

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
CURSO DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA

STEFANY DE SOUZA

AVALIAÇÃO DO POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO DOS VEÍCULOS HÍBRIDOS
NO BRASIL: UMA ABORDAGEM SWOT

Joinville

2023

STEFANY DE SOUZA

AVALIAÇÃO DO POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO DOS VEÍCULOS HÍBRIDOS
NO BRASIL: UMA ABORDAGEM SWOT

Trabalho apresentado como requisito para
obtenção do título de bacharel no Curso de
Graduação em Engenharia Automotiva do
Centro Tecnológico de Joinville da
Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientadora: Dra. Janaína Renata Garcia

Joinville

2023

Dedico este trabalho a todas as mulheres que lutaram por mim e para aquelas por quem hoje eu luto.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Antonio e Roseli, agradeço por sempre me proporcionarem a liberdade de escolher os meus caminhos, me apoiando e incentivando a seguir em frente sempre, sem colocar sobre mim seus desejos e ambições, mas sim, me mostrando que o meu lugar no mundo é onde eu desejar.

Ao meu companheiro de jornada, Aldo, obrigada por estar presente em todas as minhas fases da graduação, seu acolhimento nas situações de maior dificuldade foi fundamental para que tudo se tornasse mais suportável, assim como, o seu incentivo tornaram as minhas vitórias ainda mais significativas.

Ao meu irmão, Alexander, e a minha cunhada, Joice, sou grata por nossos momentos juntos, os quais me fortaleceram para que eu pudesse concluir com alegria e sucesso a graduação.

A minha querida psicóloga, Jéssica, o meu muito obrigada, pois através do seu belíssimo trabalho fez com que eu descobrisse e redescobrisse as minhas forças, nunca deixando de comemorar as minhas vitórias, sendo um apoio feminino muito importante na minha jornada.

Aos meus amigos, André, Eron e Vinicius, agradeço por estarem ao meu lado desde o primeiro dia de aula, eu não poderia ter recebido uma amizade melhor do que a de vocês, todos os nossos momentos de incentivo e apoio ficarão marcados no meu coração.

A minha amiga do coração, Maria Eduarda, obrigada por estar presente mesmo com os quilômetros de distância entre nós, por me escutar nos momentos de dor e por vibrar nos de alegria.

Ao meu amigo, Lucas, agradeço por tornar minha trajetória ainda mais especial, vibrando por mim desde o dia em que passei no vestibular até aqui.

Aos meus amigos que aqui não foram nomeados mas que estiveram comigo ao seu modo, obrigada por me abraçarem através da escuta durante esse anos, vocês são igualmente importantes para mim.

A minha orientadora, Janaína, sou grata por fazer parte da minha jornada acadêmica antes mesmo do meu ingresso na graduação, obrigada por toda a parceria, ensinamentos e por tornar a faculdade um espaço mais acolhedor para nós, mulheres.

A professora, Vanessa, obrigada por todos os conselhos, o seu apoio foi de grande importância para que o final da minha graduação se tornasse mais leve.

Por fim, agradeço a todas as mulheres que batalharam de forma direta ou indireta para que eu pudesse hoje estar escrevendo os agradecimentos do meu trabalho de conclusão de curso, juntas nós fazemos revolução.

RESUMO

A busca pela substituição dos motores a combustão interna pelos veículos elétricos é uma temática presente em diversos países, incluindo o Brasil. Devido ao caráter industrial em desenvolvimento da nação, as empresas situadas no território brasileiro caminham lentamente para a inclusão do veículo elétrico a bateria devido a multifatores, como a falta de incentivo governamental à eletrificação, o contexto de elevada dependência tecnológica externa e da política comercial das indústrias automotivas presentes no solo nacional que são pautadas em rotas alternativas à eletrificação. Dessa maneira, é visto a adesão da categoria híbrida, que representa a maior parcela na frota elétrica nacional e que possui uma cadeia de suprimentos que mais se assemelha à dos motores a combustão interna. Por conta disso, este trabalho apresenta o estudo sobre o posicionamento estratégico dos veículos híbridos não plug-in's no Brasil, aplicando uma abordagem SWOT ponderando as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças acerca da tecnologia estudada. Essa análise mostra que o setor é fortemente influenciado pelo fator externo das ameaças, onde os dois pontos de maior peso são vinculadas às fontes de energia limpa no Brasil e ao aumento do custo de produção das baterias. Através da matriz de cruzamento, o quadrante das Forças x Ameaças é o de maior peso, revelando um contexto estratégico que necessita da diversificação do setor, seguido pelo quadrante das Ameaças x Fraquezas que define a demanda por estratégias defensivas.

Palavras-chave: Veículo híbrido elétrico. Matriz SWOT. Eletrificação automotiva.

ABSTRACT

The search to replace internal combustion engines with electric vehicles is a topic present in several countries, including Brazil. Due to the developing industrial of the nation, companies located in Brazilian territory are slowly moving towards the inclusion of battery electric vehicles caused by multifactor, such as the lack of government incentive for electrification, the context of high external technological dependence and the commercial policy of national automotive industries that are based on alternative routes to electrification. In this way, we see the adoption of the hybrid category, which represents the largest share in the national electric fleet and which has a supply chain that most closely resembles the one of internal combustion engines. As a result of this, the present work is a study of the strategic position of non-plug-in hybrid vehicles in Brazil, applying a SWOT approach considering the strengths, weaknesses, opportunities and threats regarding technology studied. This analysis shows the strategic context of this technology, which is based on the need for actions aimed at diversifying the sector, using internal forces to mitigate external threats that strategically affect it. This analysis revealed that the sector is strongly influenced by the external factors of threats, where the two most important points are linked to clean energy sources in Brazil and the increase in the production cost of batteries. Through the crossover matrix, the Strengths x Threats quadrant has the greatest weight, revealing a strategic context that requires sector diversification, followed by the Threats x Weaknesses quadrant which defines the demand for defensive strategies.

Keywords: Hybrid electric vehicle. SWOT analysis. Vehicle electrification.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Frota atual de veículos elétricos no Brasil.....	13
Figura 2 - Linha do tempo do início da indústria automotiva	15
Figura 3 - Primeira carruagem elétrica	16
Figura 4 - Motor de J.J.E. Lenoir	16
Figura 5 - Veículo patenteado por Karl Benz	17
Figura 6 - Ford T	18
Figura 7 - Linha do tempo inicial da indústria automotiva brasileira	19
Figura 8 - Primeira filial da General Motors no Brasil	21
Figura 9 - Gurgel Itaipu	22
Figura 10 - Linha do tempo da indústria automotiva brasileira atual	24
Figura 11 - Evolução do faturamento líquido do setor de automóveis.....	25
Figura 12 - Fiat Palio Weekend Elétrico	26
Figura 13 - Produção de automóveis no Brasil.....	27
Figura 14 - Quatro tempos do motor alternativo.....	28
Figura 15 - Consumo de combustíveis fósseis.....	32
Figura 16 - Evolução do preço da gasolina (2021-2022).....	32
Figura 17 - Concentração de CO_2	33
Figura 18 - Emissões globais CO_2 do setor de transporte.....	34
Figura 19 - Configuração em série	35
Figura 20 - Modos de funcionamento em série	36
Figura 21 - Configuração em paralelo	37
Figura 22 - Modos de funcionamento em paralelo	37
Figura 23 - Tipos de Veículos Elétricos	38
Figura 24 - Características dos veículos	39
Figura 25 - Investimentos requeridos para a instalação de carregadores (Milhão US\$ - 2022).....	42
Figura 26 - Aumento dos preços dos metais	43
Figura 27 - Projeções do custo das células de bateria (US\$/kWh)	44
Figura 28 - Representação gráfica da curva em S	47
Figura 29 - Diagrama da Análise SWOT	48
Figura 30 - Impacto das oportunidades e das ameaças.....	50

Figura 31 - Impacto dos pontos fortes e fracos	51
Figura 32 - Metodologia do trabalho.....	51
Figura 33 - Matriz de Confronto de fatores.....	53
Figura 34 - Matriz SWOT Cruzada	53
Figura 35 - Cadeia produtiva do Veículo Híbrido.....	57
Figura 36 - Frota circulante	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Conceitos e exemplos dos fatores da Matriz SWOT	55
Quadro 2 - Forças dos Veículos Híbridos	58
Quadro 3 - Fraquezas dos Veículos Híbridos.....	60
Quadro 4 - Oportunidades dos Veículos Híbridos	62
Quadro 5 - Ameaças dos Veículos Híbridos.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de energia por quilograma de combustível	29
Tabela 2 - Menores preços dos veículos elétricos e a combustão em 2022	30
Tabela 3 - Menores preços de veículos elétricos e a combustão Julho/2023	31
Tabela 4 - Classificação das forças da matriz SWOT	66
Tabela 5 - Classificação das fraquezas da matriz SWOT	69
Tabela 6 - Classificação das oportunidades da matriz SWOT	71
Tabela 7 - Classificação das ameaças da matriz SWOT	73
Tabela 8 - Categorização dos resultados	77
Tabela 9 - Agrupamento de fatores	79
Tabela 10 - Matriz de Cruzamento	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABVE – Associação Brasileira do Veículo Elétrico
ADAC – Allgemeiner Deutscher Automobil Club
ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
BEV – Battery Electric Vehicle
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CIM – Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima
COP – Conferência das Partes
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
EPRI – Electric Power Research Institute
E-REV – Extended Range Electric Vehicle
ESG – Environmental, Social and Governance
FCEV – Fuel Cell Electric Vehicle
FENABRAVE – Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores
GEE – Gases do efeito estufa
HEV – Hybrid Electric Vehicle
IEA – International Energy Agency
IPI – Imposto de Importação
IPVA – Imposto sobre veículos automotores
MCI – Motor a combustão interna
ME – Motor elétrico
NDC – Contribuições Nacionalmente Determinadas
PEV – Plug-in Electric Vehicles
PHEV – Plug-in Hybrid Electric Vehicle
PMI – Ponto morto inferior
PMS – Ponto morto superior
PNME – Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica
RISE – Research Institutes of Sweden
RPEV – Road Powered Electric Vehicle
STI – Sistema Tecnológica de Inovação
VE – Veículo elétrico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. OBJETIVOS	14
1.1.1. Objetivo Geral	14
1.1.2. Objetivos Específicos	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 VEÍCULOS A COMBUSTÃO INTERNA	28
2.1.1 Vantagens dos veículos a combustão interna	29
2.1.2 Desvantagens dos veículos a combustão interna	31
2.2 VEÍCULOS ELÉTRICOS	35
2.2.1 Vantagens dos veículos elétricos	40
2.2.2 Desvantagens dos veículos elétricos	41
2.2.3 Entraves e incentivos	45
3. METODOLOGIA	48
4. ELABORAÇÃO E ANÁLISE DA MATRIZ SWOT E MATRIZ SWOT CRUZADA	55
4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES DA MATRIZ SWOT	56
4.1.1 Análise das forças	56
4.1.2 Análise das fraquezas	58
4.1.3 Análise das oportunidades	61
4.1.4 Análise das ameaças	62
4.2 CLASSIFICAÇÃO DOS FATORES	66
4.2.1 Ponderação das forças	66
4.2.2 Ponderação das fraquezas	69
4.2.3 Ponderação das oportunidades	71
4.2.4 Ponderação das ameaças	73
4.3 CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS E ANÁLISE DO POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO	77
4.3.1 Agrupamento de elementos	78
4.3.2 Correlação das variáveis na Matriz de Cruzamento	80
4.3.3 Análise do posicionamento estratégico e comparação com o BEV	84
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
REFERÊNCIAS	90

1. INTRODUÇÃO

A tendência de substituição dos carros a combustão interna por aqueles com propulsão elétrica é pautada em variados aspectos, os quais vão além de questões de mercado ou de avanços tecnológicos, envolvendo interesses corporativos de grandes indústrias, estratégias geopolíticas e nacionais, bem como ao problema das emissões de gases do efeito estufa (GEE) e de mobilidade urbana (Wolffenbuttel, 2022).

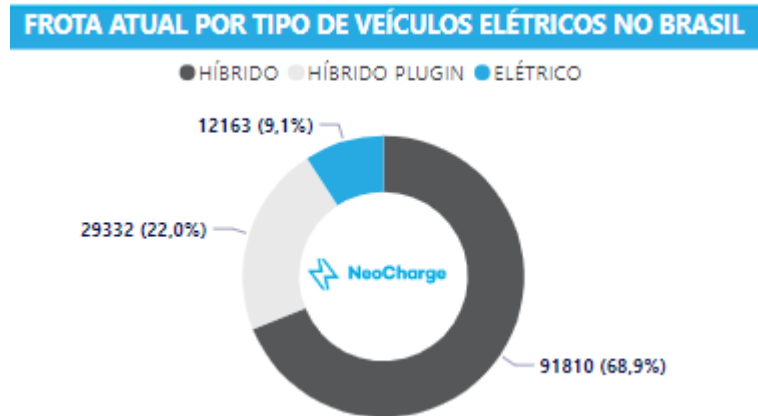
Essa mudança é largamente assistida no mundo, onde o mercado do veículo elétrico (VE) teve um crescimento exponencial superando 10 milhões em vendas no ano de 2022. A China é considerada o maior mercado desse segmento, apresentando projeções de que até 2030, 40% das vendas de automóveis estarão associadas a essa categoria (International Energy Agency - IEA, 2023a).

No cenário nacional, o licenciamento de carros elétricos no ano de 2022 apresentou 48.744 unidades, o que representa um aumento de 39,91% se comparado com o ano anterior, o qual correspondeu a 34.839 automóveis. Entretanto, esse número demonstra uma adesão sutil ao mercado se comparado ao cenário global, visto que o licenciamento de veículos elétricos em 2022 está associado a uma parcela de aproximadamente 3,09% do total de automóveis (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores - ANFAVEA, 2023a).

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2023a), o país não tem adotado metas específicas acerca da eletrificação, somado a isso, Wolffenbuttel (2022), pontua que a elevada dependência da tecnologia internacional, a relação corporativista entre as indústrias automotivas, a busca por rotas alternativas à eletrificação e poucos incentivos políticos, contribuem fortemente para o cenário atual.

A Figura 1 apresenta dados retirados da Secretaria Nacional de Trânsito e tratados pela empresa NeoCharge, onde pode-se identificar como os veículos híbridos, aqueles que não podem ser recarregados por um meio externo (Denton, 2018), são a maior parcela da frota elétrica brasileira.

Figura 1 - Frota atual de veículos elétricos no Brasil



Fonte: Adaptado de NeoCharge (2022).

Essa circunstância pode estar atrelada a multifatores, um deles associado a montadoras, as quais apostam nessa tecnologia pelo fato de que são veículos similares aos a combustão, compartilhando uma cadeia de suprimentos muito similar às já existentes para o motor a combustão interna (MCI) (Oecksler *et al.*, 2019). Além disso, a elaboração dessa tecnologia demonstra uma mudança menos radical no cenário da indústria automotiva, possibilitando inserções de desenvolvimento de biocombustíveis (Masiero *et al.*, 2017).

O outro fator é reforçado pelo programa governamental Rota 2030 que segundo Luna, Maldonado e Vaz (2019), não influencia na adoção dos veículos a bateria, visto que o mesmo contribui com pesquisas que melhorem a eficiência de carros a combustão, híbridos e híbridos plug-in, ilustrando a posição do desenvolvimento da pesquisa brasileira nesse contexto.

Como a implementação dos veículos elétricos está relacionada à própria indústria automotiva, a área de pesquisa e desenvolvimento, o setor elétrico e as medidas políticas e econômicas, onde o sistema industrial está fortemente conectado com as montadoras e todos os agentes da sua cadeia de suprimentos (Brasil, 2018), mostra-se relevante a avaliação das condições que afetam a difusão dos veículos híbridos no Brasil, compreendendo os pontos que causam a disparidade existente na adesão da tecnologia em relação principalmente aos modelos de combustão interna.

Embasado em Mena (2020), que analisou os veículos elétricos a bateria no Brasil utilizando a abordagem SWOT, propõe-se desenvolver neste trabalho a sugestão de estudo da temática dos veículos híbridos, a qual foi apontada pelo autor,

de forma a comparar os resultados encontrados com os estabelecidos para os automóveis a bateria.

Para cumprir com o objetivo de avaliar o posicionamento estratégico dos veículos híbridos no solo nacional, foi realizado um levantamento bibliográfico em bases de dados acadêmicas que estabeleceu o cenário dos veículos elétricos no contexto mundial e nacional, os conceitos adotados para o veículo híbrido e a bateria, o mercado automotivo no Brasil e a eletrificação veicular.

Assim como Mena (2020), elaborou-se uma análise SWOT, fornecendo uma visão geral do contexto estratégico que envolve o veículo híbrido e o mercado, relacionando o cenário interno e o externo, através da identificação das forças (Strengths), fraquezas (Weaknesses), oportunidades (Opportunities) e ameaças (Threats) (Dutra, 2014), trazendo os pontos principais do estudo desenvolvido.

1.1. OBJETIVOS

Para resolver a problemática das condições que afetam o posicionamento estratégico do veículo híbrido no Brasil, propõe-se os seguintes objetivos.

1.1.1. Objetivo Geral

Avaliar o posicionamento estratégico dos veículos híbridos no Brasil utilizando uma abordagem SWOT.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Analisar o cenário da indústria automotiva no Brasil;
- Apresentar as principais características das tecnologias dos veículos a combustão e os elétricos;
- Discorrer sobre os entraves e incentivos ao veículo elétrico no Brasil;
- Realizar a análise dos fatores que impactam no posicionamento estratégico dos veículos híbridos no Brasil por meio da abordagem SWOT.

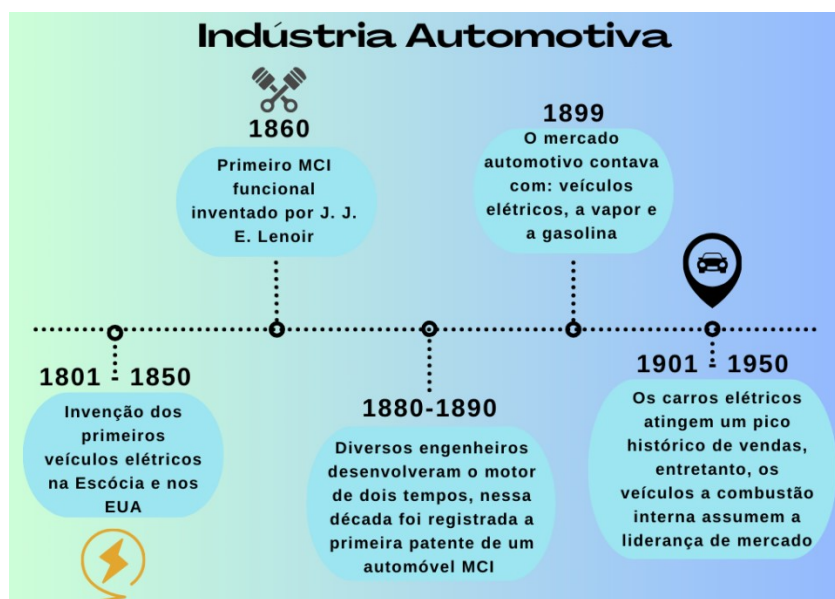
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A história da indústria automotiva está relacionada com as primeiras tentativas de formulação de um motor utilizando pólvora para movimentar um sistema cilindro-pistão na metade do século XVI (Tillmann, 2013). Todavia, foi no século XVII que os primeiros modelos de motores a combustão interna e elétricos surgiram.

Segundo Hoyer (2008), os motores elétricos estão relacionados com o desenvolvimento das baterias, o que teve início em 1800, quando Alessandro Volta demonstrou que era possível armazenar energia elétrica quimicamente. Posteriormente, Michael Faraday iniciou estudos sobre eletricidade em 1821, apresentando os princípios de indução eletromagnética que baseiam os motores e geradores elétricos utilizados nos veículos (Chatterjee, 2002).

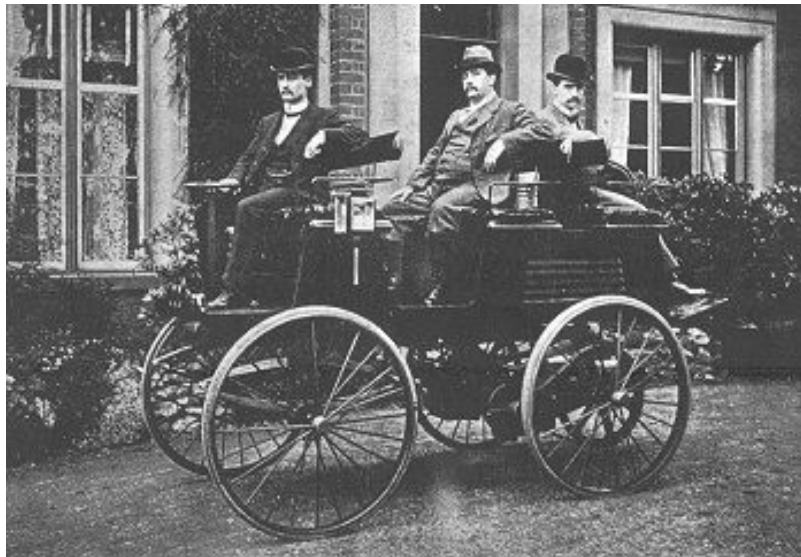
Na Figura 2 é apresentada a linha do tempo inicial da indústria automotiva, onde se observa que o primeiro marco é referente à criação dos primeiros automóveis elétricos, sendo que Robert Anderson desenvolveu entre 1832 e 1839 o primeiro protótipo de carruagem elétrica na Escócia (Figura 3) e em 1834, Thomas Davenport inventou o primeiro motor elétrico (ME) de corrente contínua utilizado em um carro que operava em uma pista circular eletrificada nos Estados Unidos (EUA) (Denton, 2018).

Figura 2 - Linha do tempo do início da indústria automotiva



Fonte: Autora (2023).

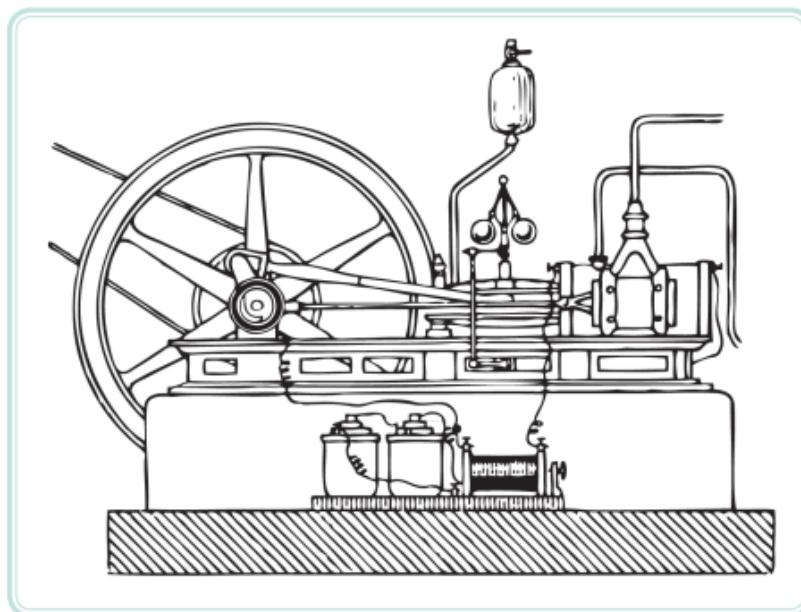
Figura 3 - Primeira carruagem elétrica



Fonte: Department of Energy (2014).

Após isso, os motores a combustão tiveram seu destaque em 1860 com o primeiro modelo funcional criado por J. J. E. Lenoir, o mesmo operava com um ciclo de dois tempos e tinha uma eficiência de aproximadamente 5% (Pulkrabek, 1997), a Figura 4 ilustra o modelo.

Figura 4 - Motor de J.J.E. Lenoir



Fonte: Nebra S.A. (2003) *apud* Tillmann (2013, p. 16).

Por conseguinte, depois de 7 anos o exemplar desenvolvido por Nicolaus A. Otto e Eugen Lange foi apresentado, marcando o desenvolvimento dos motores a combustão interna devido ao fato do modelo ter impulsionado a propagação dos motores de quatro tempos e por continuar compartilhando de atributos bases que são encontrados nos motores atuais (Pulkrabek, 1997).

Seguindo a linha do tempo, de acordo com Heywood (2018), na década de 1880 diversos engenheiros desenvolveram motores de combustão interna de dois tempos, bem como, progressos em relação ao carburador e ao sistema de ignição foram feitos, de forma que os motores a gasolina de alta velocidade se tornassem disponíveis no final dessa década.

Ainda durante esse período, Dugald Clerk e James Robson, ambos na Inglaterra, e Karl Benz na Alemanha, criaram com sucesso um motor de dois tempos que produzia potência a cada movimento do pistão (Tillmann, 2013), de maneira que em 29 de janeiro de 1886, Karl Benz obteve o registro de patente para o seu veículo movido a gasolina, com o número da patente de 37.435 o engenheiro passou a ser considerado como o autor do primeiro veículo MCI (Figura 5) (Heinisch, 2020).

Figura 5 - Veículo patenteado por Karl Benz



Fonte: Auto Esporte (2016).

No intervalo de tempo entre 1851 e 1900, os carros elétricos estavam conquistando o mercado, visto que os primeiros automóveis comerciais elétricos entraram em circulação em Nova York e a Pope Manufacturing Company se tornava

a primeira empresa a fabricar em larga escala VEs, quando, em 1899 o La Jamais Contente se tornou o primeiro automóvel elétrico a andar acima de 100 km/h (Denton, 2018).

Por conta disso, de acordo com Cowan e Hultén (1996), o mercado americano em 1899 estava dividido principalmente entre veículos elétricos e a vapor, estimando um valor de vendas de aproximadamente 1.575 elétricos, 1.681 a vapor e 936 a gasolina. Todavia, o início da década de 1900 foi marcada pela ascensão da propulsão a combustão e do declínio dos elétricos, onde as vendas de carros a gasolina aumentaram mais de 120 vezes, enquanto dos veículos elétricos vendeu-se somente o dobro do valor anterior.

Esse contexto pode ser justificado pela diminuição dos preços da gasolina na época, o qual fazia com que a opção a combustão fosse a mais barata de se obter e de se manter pelo consumidor de classe média. Além disso, em 1908 a Ford popularizou a produção em massa do Ford T (Figura 6), afetando também o preço dos automóveis, um veículo a gasolina poderia ser comprado por \$650 em 1912, ao mesmo tempo em que um veículo elétrico custava cerca de \$1750 (Vascan; Szabó, 2022).

Figura 6 - Ford T



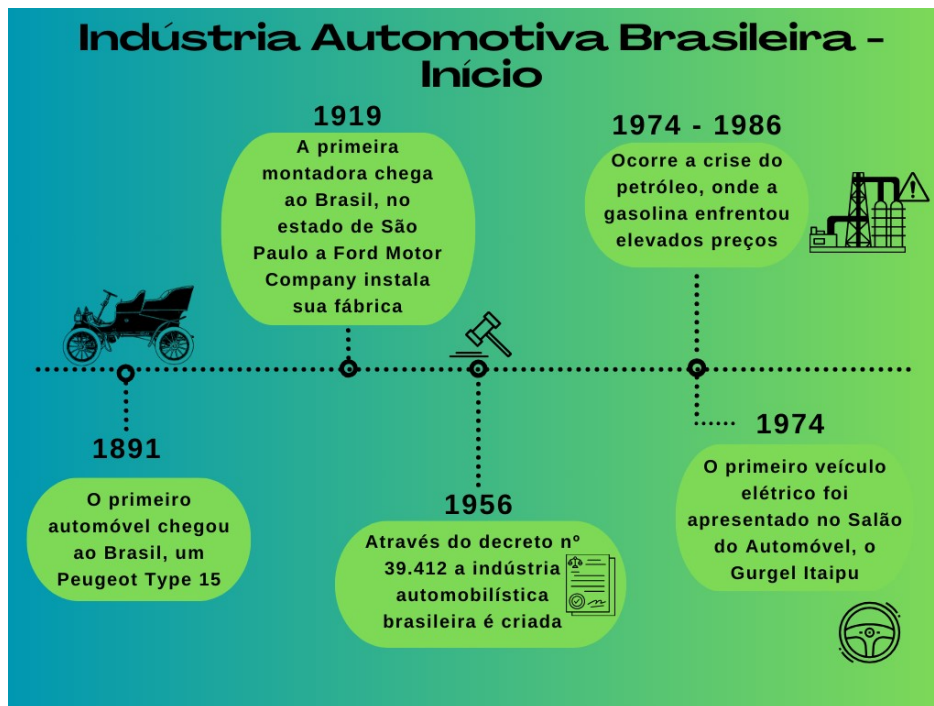
Fonte: Quatro Rodas (2021).

No mesmo ano de 1912, Charles Kettering inventou o motor de partida elétrica, dispensando a partida manual dos carros a combustão e tornando-os mais atrativos para o mercado. Dessa forma, a consolidação dos motores a combustão interna foi estabelecida, sendo reforçada nas décadas seguintes pelas constantes

atualizações dessa tecnologia através de pesquisas e investimentos na área (Vascan; Szabó, 2022).

No Brasil, a linha do tempo do começo da indústria automotiva (Figura 7) inicia com o primeiro automóvel que chegou ao país através de Alberto Santos Dumont em 1891, o mesmo trouxe de Paris um Peugeot modelo Type 15 (Cortezzi, 2017). A vinda do veículo impactou a sociedade que passou a ver o automóvel como um símbolo de status, de forma que a posse de um carro trazia prestígio para quem o possuísse, geralmente os membros da elite nacional, que desfilavam os modelos vindo da Europa e dos EUA (Almeida, 2016).

Figura 7 - Linha do tempo inicial da indústria automotiva brasileira



Fonte: Autora (2023).

De acordo com Almeida (2016), em 1900, o prefeito de São Paulo estabeleceu leis para regulamentar o uso dos automóveis na cidade, definindo uma taxa a ser paga pelos condutores, como já existia para outros meios de transporte da época. Além disso, anos depois o uso da placa de identificação passou a ser obrigatória, regulamentações de velocidade foram feitas e para conduzir os veículos passou a ser exigido um exame.

A inserção do automóvel a gasolina no cotidiano do país apresentou problemas para sua consolidação, como o país não possuía produção nacional, todos

os modelos eram importados. Tal fato, em particular, não era motivo de problema, porém, a aquisição do combustível era um obstáculo, visto que a importação do mesmo necessitava de uma armazenagem correta para não ocasionar explosões (Almeida, 2016).

Dessa forma, os veículos a vapor eram mais utilizados, bem como, devido ao sistema mecânico ser similar aos utilizados na indústria da época, a manutenção era facilitada. Como o contexto dos a gasolina revelava a falta de pessoas capacitadas para lidar com os problemas mecânicos, além de existir uma falta de estrutura de manutenção para esses novos veículos, o atraso tecnológico do país em relação aos automóveis era evidente (Almeida, 2016).

Dentro desse contexto, a primeira montadora chega ao Brasil, a Ford Motor Company instalou sua fábrica na cidade de São Paulo no ano de 1919 (Cortezzi, 2017). A empresa contava com 12 funcionários e um investimento de aproximadamente 25 mil dólares, sendo a instalação um movimento por parte da empresa para reduzir os custos de exportação de veículos, de forma a diminuir gastos e aumentar as vendas no país (Almeida, 2016).

Os reflexos da Primeira Guerra Mundial atingiram a indústria automotiva brasileira que devido à dificuldade de importação de veículos e peças da Europa passou a ter maior presença de automóveis vindos dos Estados Unidos. Além disso, maior implantação de indústrias de autopeças aconteceu no solo nacional como forma de mitigar os problemas relacionados a difícil importação da época (Almeida, 2016).

No ano de 1925, a General Motors chega ao Brasil instalando sua filial na cidade de São Paulo (Figura 8) (Cortezzi, 2017), nesse mesmo ano, é realizada a Primeira Exposição de Automobilismo e Rodoviação do país no Palácio das Indústrias, em São Paulo, esse evento foi a base para o futuro Salão do Automóvel (ANFAVEA, 2023b).

Figura 8 - Primeira filial da General Motors no Brasil



Fonte: ANFAVEA (2023b).

No período subsequente, outras montadoras chegaram ao Brasil como a Harvester e a Fabbrica Italiana Automobili Torino (FIAT), fazendo com que no período de 1920 até 1939 a frota paulista crescesse de 5.596 carros de passeio para 43.657 e de 222 caminhões para 25.858 unidades (Almeida, 2016). Além dos números associados a frota automotiva, o crescimento da indústria foi visto também com a expansão da General Motors (GM) em 1930, com a chegada da empresa de maquinário agrícola Massey-Harris em 1939, bem como com a produção da primeira carroceria de ônibus inteiramente metálica com matéria prima nacional (ANFAVEA, 2023b).

Seguindo a linha do tempo, em 1956, através do decreto nº 39.412 foi determinada em lei a criação da indústria automotiva brasileira, através dele incentivos foram firmados como forma de promoção dessa indústria, visto que esse foi um período onde ela era sustentada por capital nacional, estrangeiro e por empresas estatais. Parte do projeto referente ao decreto, obrigou as montadoras transnacionais a produzir veículos com 90 a 95% de peças nacionais, onde o governo era responsável pelos incentivos financeiros para o sucesso da medida (Vargas; Bunde, 2021).

Segundo Vargas e Bunde (2021), os anos seguintes ao decreto foram de um crescimento econômico contínuo até o ano de 1960, nos anos em sequência a indústria passou por instabilidades e de 1964 até 1967 o setor automotivo cresceu, mas com um pequeno progresso devido a retração da economia brasileira.

Posteriormente, de 1968 a 1973 a produção de veículos aumentou aproximadamente 168%, principalmente em função de novas políticas e investimentos por parte do governo federal.

Nesse período, o crescimento da demanda por bens duráveis em conjunto com os investimentos mencionados anteriormente, fez com que a indústria expandisse acima da sua capacidade de demanda, a procura pelo carro de passeio passou a crescer mais do que a de caminhões e ônibus, com taxas médias anuais da frota de carros de passeio aumentando aproximadamente 13% e a de caminhões 15% (Frainer, 2010).

Nos anos seguintes, o setor automotivo enfrentou a crise do petróleo (1974-1986) que representou elevados preços devido a demanda mundial, em 1980 o preço médio nominal do barril chegava a US\$ 37 (Pedrosa; Corrêa, 2016). No Brasil, houve uma tentativa de substituição das importações e medidas para reduzir o consumo de gasolina, todavia, em 1977 houve uma diminuição na produção dos automóveis (Frainer, 2010).

De acordo com Noce (2009), esse cenário propiciou a procura pela substituição do petróleo na matriz energética do setor de transportes, onde os veículos voltaram a possuir uma tecnologia de armazenamento de energia similar aos utilizados nos carros elétricos do período de 1837 até 1912, contando com baterias a base de chumbo-ácido. Dessa maneira, em 1974 o primeiro veículo elétrico foi apresentado no Salão do Automóvel em São Paulo, o Gurgel Itaipu foi projetado pelo engenheiro brasileiro João Gurgel e tinha capacidade para duas pessoas (Cortezzi, 2017).

Figura 9 - Gurgel Itaipu



Fonte: Carro Brasil (2023).

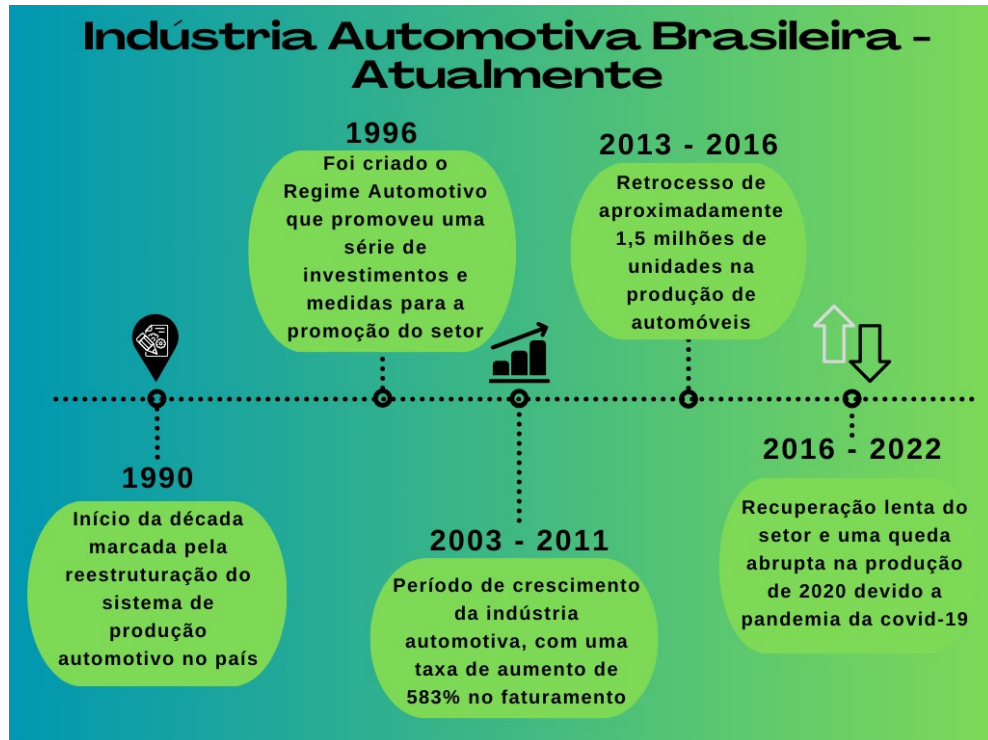
Na Figura 9, temos o modelo elétrico que pesava o total de 780 kg, sendo 320 kg somente das baterias, o mesmo atingia uma velocidade máxima de 60 km/h com autonomia de aproximadamente 60 km, com tempo estimado para uma recarga de 0% a 100% de 10 horas e de 50% a 100% de 2 horas (Cortezzi, 2017).

Todavia, a pesquisa e produção dos veículos elétricos foram inviabilizados com a chegada do programa governamental Proálcool em 14 de novembro de 1975, esse projeto chegou a partir do desejo do governo em utilizar o álcool como substituto da gasolina, uma vez que o combustível poderia ser vendido com as mesmas características da gasolina, tal como compartilhar da mesma rede de distribuição (Cortezzi, 2017).

Segundo Vargas e Bunde (2011), esse programa foi fundamental para que a indústria automotiva crescesse durante o período de crise e em 1978 o primeiro automóvel a álcool foi produzido no país, o Fiat 147 (Cortezzi, 2017). Com o Proálcool as vendas dos modelos a álcool chegou a superar os da gasolina em 1980, porém em 1985 os veículos a gasolina retomaram a liderança de vendas (Cortezzi, 2017).

A economia do Brasil no início da década de 1990 era bastante fechada, afetando o setor automotivo que representava pouco competitividade internacional e uma baixa produção (Casotti; Goldenstein, 2008), a linha do tempo a partir desse período é apresentada na Figura 10. Por conta disso, durante essa década a indústria automotiva passou por uma reestruturação no sistema de produção e por mudanças institucionais com a abertura comercial da economia do país (Casotti; Goldenstein, 2008) e (Frainer, 2010).

Figura 10 - Linha do tempo da indústria automotiva brasileira atual



Fonte: Autora (2023).

Os autores Vargas e Bunde (2021) apontam que esse novo movimento tinha por intuito aumentar a demanda, para provocar um aumento na produção, fazendo com que as fábricas pudessem reduzir os preços dos automóveis. Dessa forma, no ano de 1993, foi criado o programa do carro popular que buscava diminuir as alíquotas tributárias para os automóveis de baixa motorização, em conjunto com medidas baseadas nos acordos automotivos da época (Casotti; Goldenstein, 2008).

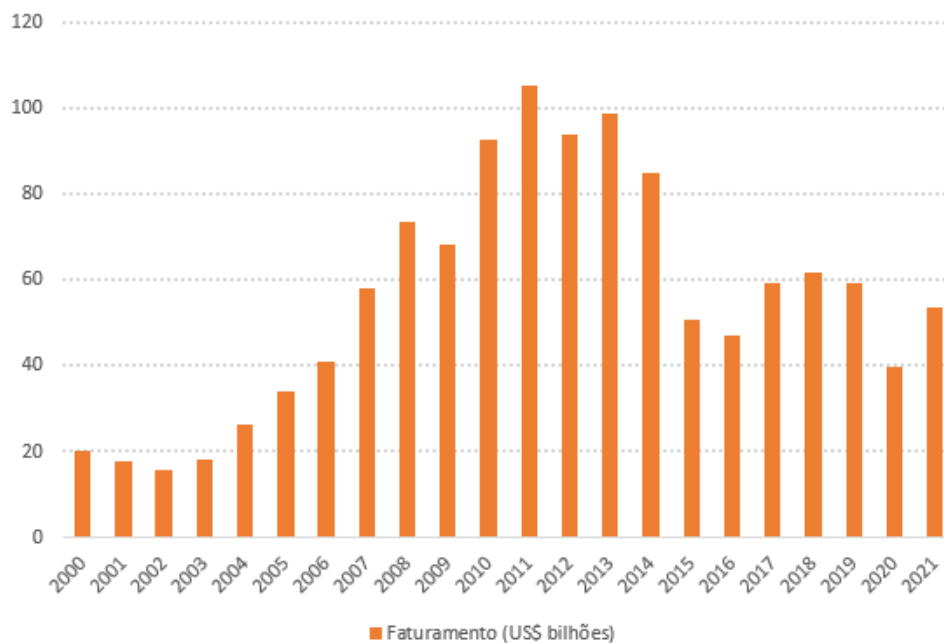
Esse contexto ajudou de forma pouco significativa na promoção do setor automotivo, somente em 1996 com o Regime Automotivo que o país começou a receber maiores investimentos, aumentando as exportações e reduzindo as importações (Vargas; Bunde, 2021). Conseqüentemente, as empresas de autopeças nacionais foram beneficiadas com a vinda de novas montadoras que gerou a chegada dos fornecedores dessas empresas no país, reforçando a reestruturação do setor (Casotti; Goldenstein, 2008).

Entretanto, o final da década de 1990 foi marcado por um faturamento líquido similar ao obtido em 1980, marcado por uma alta capacidade ociosa ocasionada pela crise interna de 1999 e pelas crises externas, da Ásia e da Rússia, afetando o setor de autopeças e as montadoras. Ainda em crise, em 2001, o maior parceiro comercial

do Brasil no Mercosul, a Argentina, passou por um longo período de recessão e o Brasil foi acarretado por uma crise energética que deu prosseguimento ao cenário decadente da indústria automotiva (Vargas; Bunde, 2021), (Casotti; Goldenstein, 2008) e (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES , 2018).

Na Figura 11, é mostrado a evolução do faturamento líquido do setor de automóveis, nele é observado uma linha crescente a partir de 2003, isso se deve a um novo período de investimentos na indústria automotiva pautada na expansão do mercado doméstico, proporcionando a modernização da produção e de seu produtos (Casotti; Goldenstein, 2008), onde de acordo com os dados da ANFAVEA (2023a), o setor de 2003 a 2011 teve um crescimento da produção de aproximadamente 583%.

Figura 11 - Evolução do faturamento líquido do setor de automóveis



Fonte: Adaptado de ANFAVEA (2023a).

Esse contexto da indústria automotiva foi estabelecido através da constituição de um mercado interno de consumo de massa, onde as empresas do ramo encontraram um mercado consumidor crescente gerado pela melhora na distribuição de renda e da ampliação de crédito do período. Além disso, o mercado na época contava com um baixo nível de motorização do país e uma frota antiga, propiciando um aumento nas vendas (BNDES, 2018).

Dentro deste período, o veículo elétrico teve pouca participação, sendo que em 2004, a hidrelétrica Itaipu Binacional assinou um acordo internacional que visava

a cooperação com a empresa suíça Kraftwerk Oberhasli que tinha por objetivo o desenvolvimento e pesquisa de veículos elétricos, visando a viabilidade técnica, econômica e ambiental do mesmo. A partir dele, foi criado o Fiat Palio Weekend elétrico que passou a ser utilizado na frota da hidrelétrica (Figura 12) (Cortezzi, 2017).

Figura 12 - Fiat Palio Weekend Elétrico

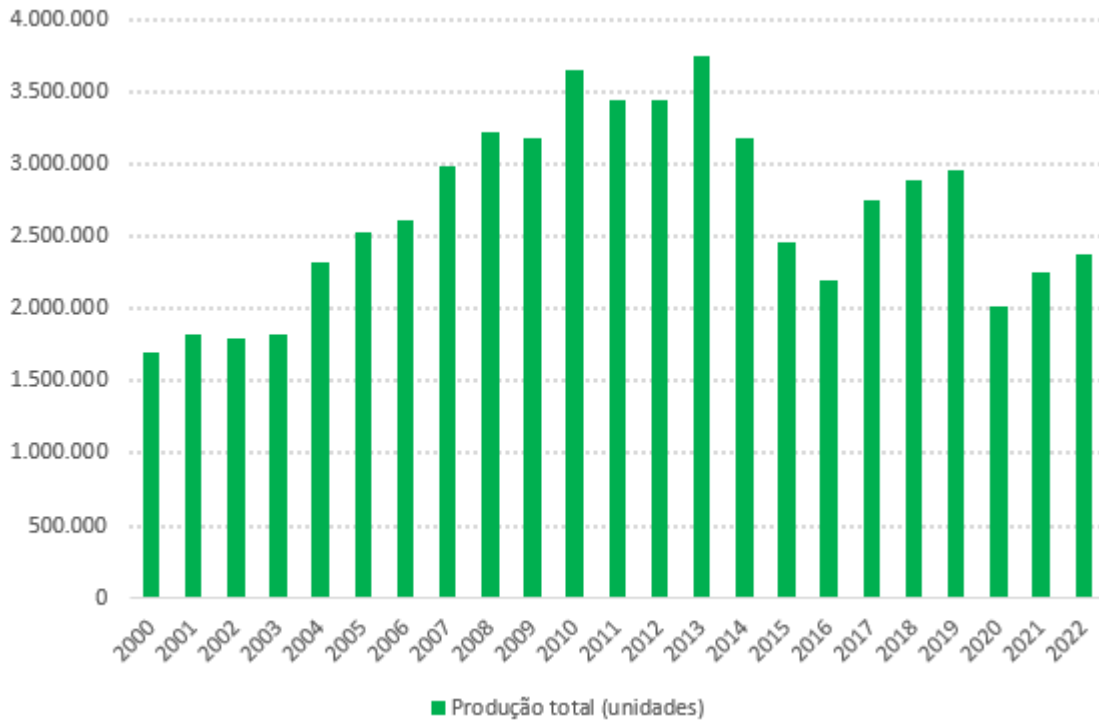


Fonte: Stellantis (2023).

O veículo era equipado com uma bateria de Zebra (sódio-metal-cloreto), contava com uma velocidade máxima de 110 km/h, associado a uma autonomia de 120 km e um tempo de recarga de 0% a 100% de 8 horas quando carregado em uma tomada de 220 volts (Cortezzi, 2017).

Após o ano de 2011, o faturamento da indústria automotiva começou a apresentar uma queda devido às oscilações econômicas do país, de forma que nos anos de 2013 a 2016, a produção de automóveis regrediu cerca de 1,5 milhões de unidades, sendo a maior queda até então registrada em um período de 3 anos, conforme apresentado na Figura 13 (ANFAVEA, 2023a). Nessas condições, o fechamento de fábricas e o aumento do desemprego ocorreram, afetando todo o setor e os consumidores (BNDES, 2018).

Figura 13 - Produção de automóveis no Brasil



Fonte: Adaptado de ANFAVEA (2023a).

Nos anos seguintes, o setor se recuperou de maneira lenta e apresentou um crescimento de 25% na produção de 2016 para 2017 e de 5% de 2017 para 2018 (ANFAVEA, 2023a). Ainda no período de recuperação, a indústria automotiva foi o oitavo setor mais afetado pelo covid-19 em 2020, sendo um dos reflexos a queda recorde na produção de 931.217 unidades em comparação com o ano de 2019, assim como na diminuição de faturamento no mesmo período (Brasil, 2020a).

A extensão das consequências da covid-19 para o setor automotivo se amplia pelo fato da indústria de semicondutores ter sido fortemente afetada, fazendo com que no ano de 2022 a produção caísse devido a falta do componente, a projeção de estabilização da oferta desse produto tende a demorar um pouco, podendo continuar afetando a setor (Penteado, 2023).

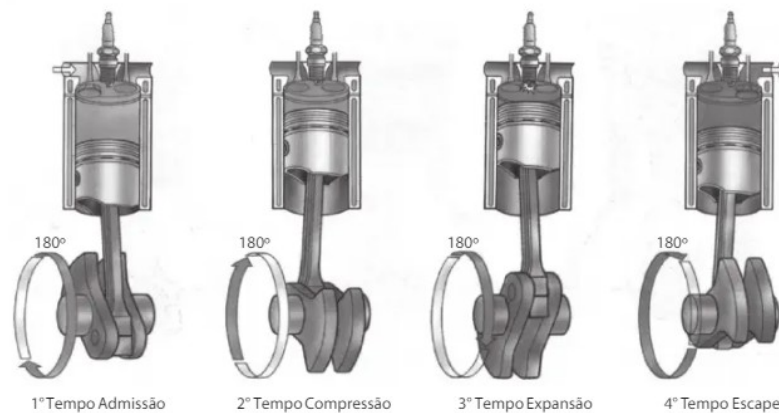
Levando em consideração toda a linha do tempo apresentada, principalmente entre 1957 e 2018, os autores Vargas e Bunde (2021) concluem que o desenvolvimento, o crescimento e as crises acerca da indústria automotiva brasileira estão diretamente conectadas com a economia do país e as suas medidas políticas.

2.1 VEÍCULOS A COMBUSTÃO INTERNA

Os motores a combustão interna tem como finalidade produzir energia mecânica através da conversão da energia química presente no combustível, na qual essa reação acontece através da queima do mesmo dentro do motor. Seguindo esse princípio, há dois tipos principais de motorização implementadas nos automóveis movidos a combustível, os motores de ignição por faísca (ciclo Otto) e os motores de ignição por compressão (ciclo Diesel) (Heywood, 2018).

Os motores ciclo Otto e ciclo Diesel popularmente comercializados operam em um ciclo de quatro tempos, onde o pistão realiza quatro cursos, correspondendo a duas revoluções do virabrequim para produzir a força necessária (Heywood, 2018). Na Figura 14, temos a representação dos quatro tempos do motor, no ciclo Otto são utilizados combustíveis como a gasolina, o álcool e o gás, já os motores de ciclo Diesel operam com o diesel, biodiesel e suas misturas (Tillmann, 2013).

Figura 14 - Quatro tempos do motor alternativo



Fonte: Brunetti (2012, p. 36).

O tempo de admissão corresponde ao movimento que o pistão faz do ponto morto superior (PMS) ao ponto morto inferior (PMI), através dele uma sucção é originada promovendo um fluxo de gases que entram pela válvula de admissão, a qual está aberta. Dessa forma, a câmara é preenchida pela mistura ar-combustível (ciclo Otto) ou somente por ar (ciclo Diesel) (Brunetti, 2012).

No tempo de compressão, a válvula de admissão é fechada e o pistão movimenta-se do PMI ao PMS, comprimindo o conteúdo presente na câmara até uma pequena fração do seu volume inicial (Heywood, 2018).

Para o tempo de expansão, quando o pistão está próximo do PMS, no ciclo Otto a faísca é liberada promovendo a ignição da mistura, enquanto que para o ciclo Diesel o combustível é injetado na câmara provocando a combustão, ocasionando o aumento na pressão interna, forçando o pistão para baixo no sentido do PMI (Brunetti, 2012).

Com o movimento descendente do pistão, o tempo de escape é iniciado, onde a válvula de exaustão é aberta liberando os gases queimados para fora do cilindro e o ciclo reinicia (Brunetti, 2012).

2.1.1 Vantagens dos veículos a combustão interna

Segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP (Brasil, 2022), a quantidade de postos revendedores de combustíveis automotivos no Brasil, no ano de 2022, era de 42.401 unidades, em contraponto com os 1.400 pontos de recarga para veículos elétricos (Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica - PNME, 2023).

Por conta disso, uma das vantagens relacionadas ao uso dos veículos a combustão interna, está atrelada a maior oferta de infraestrutura para o abastecimento do veículo, de maneira que um carro pode ser abastecido em 5 minutos ou menos devido a facilidade de encontrar um posto de combustível próximo ao consumidor (Neocharge, 2023a).

Outro ponto vantajoso para os veículos MCI é a sua autonomia, na Tabela 1 é apresentada a quantidade de energia que a gasolina pode armazenar por quilograma de combustível. Nos meios de locomoção, uma maior densidade mássica e volumétrica do armazenamento de energia, pode ser associada a uma maior autonomia do veículo, necessitando de menos paradas para reabastecimento (Freitas, 2012).

Tabela 1 - Quantidade de energia por quilograma de combustível

Fonte de Energia	Ano	Energia (Wh/kg)	Comparação com a Gasolina
Gasolina	1900 - 20xx	12.000	-
Chumbo-ácido	1900	10	1.200x pior
Chumbo-ácido	2000	35	350x pior
Níquel-Hidreto Metálico (NiMH)	2000	80	150x pior
Lítio	2015	250	50x pior
Lítio	2025	400	30x pior

Fonte: Adaptado Neocharge (2023a).

Por consequência da densidade de energia, as baterias eletroquímicas não conseguem oferecer a autonomia usual dos veículos a combustão interna, ocasionando o efeito de range anxiety (ansiedade por autonomia), que diz respeito ao medo do usuário de que a bateria se esgote antes de finalizar um determinado trajeto planejado (PNME, 2023), reforçando a vantagem do MCI sobre o VE.

O custo de aquisição é mais um ponto favorável para os motores de combustão interna, devido ao alto valor de compra dos veículos elétricos os consumidores optam por permanecer na categoria a combustão (Balsa, 2013), onde os carros elétricos são produtos de alcance das classes A e B. Em conjunto a isso, a taxa de depreciação dos veículos a combustão são inferiores aos elétricos por conta do domínio da tecnologia, evitando que o consumidor compre VE usados (Santos, 2017).

As faixas de preços encontradas para os carros elétricos no Brasil não competem com os modelos populares dos a combustão interna, devido aos custos de fabricação elevados e valores relacionados a logística e importação (Delgado *et al.*, 2017). Dessa forma, nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os valores dos três veículos mais baratos elétricos e a combustão em 2022 e no mês de Julho de 2023, evidenciando a discrepância de preços que afetam a decisão final dos consumidores (PNME, 2023).

Tabela 2 - Menores preços dos veículos elétricos e a combustão em 2022

Automóveis a combustão		
Marca	Modelo	Preço
Fiat	Mobi 1.0 Like	R\$ 63.390,00
Renault	Kwid 1.0 Zen	R\$ 64.690,00
Hyundai	HB20 1.0 Sense	R\$ 72.190,00
Automóveis elétricos		
Renault	Kwid E-Tech	R\$ 146.990,00
JAC	E-JS1	R\$ 164.900,00
Renault	Zoe	R\$ 239.990,00

Fonte: Adaptado de PNME (2023).

Tabela 3 - Menores preços de veículos elétricos e a combustão Julho/2023

Automóveis a combustão		
Marca	Modelo	Preço
Fiat	Mobi 1.0 Like	R\$ 68.990,00
Renault	Kwid 1.0 Zen	R\$ 68.990,00
Cintroeën	C3 1.0 Live	R\$ 72.990,00
Automóveis elétricos		
CAOA Chery	iCar	R\$ 139.990,00
JAC	E-JS1	R\$ 139.900,00
BYD	Dolphin	R\$ 149.800,00

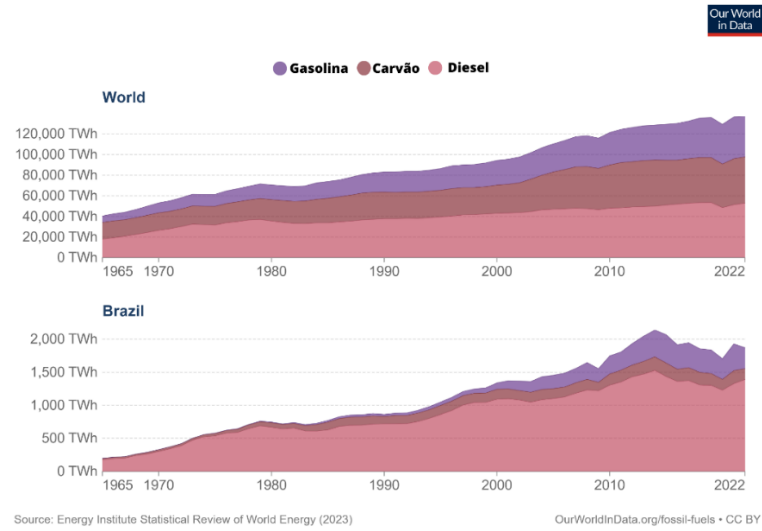
Fonte: Tavares (2023) e Auto Esporte (2023).

Por fim, o incentivo a pesquisa sobre os combustíveis sustentáveis e de baixa intensidade de carbono e à eficiência energética associada aos motores a combustão, como o Rota 2030 e o Programa Combustível do Futuro, é outro marco vantajoso dessa tecnologia (EPE, 2023a), onde o autor Wolffenbuttel (2022), aponta que essas iniciativas favorecem o predomínio do MCI, afetando de maneira negativa o ritmo de implementação dos veículos elétricos.

2.1.2 Desvantagens dos veículos a combustão interna

O petróleo é uma importante fonte de energia para a indústria automotiva, através dele é obtido a gasolina e o diesel provenientes de fontes não renováveis, sendo os principais combustíveis utilizados nos motores a combustão (Dogan; Erol, 2019). Na Figura 15 é apresentado o consumo dos combustíveis fósseis de maneira global e nacional até 2022, temos que no Brasil a maior parcela de uso refere-se ao diesel, onde em comparação global, a fração brasileira refere-se a 1,14% do consumo total dos combustíveis fósseis.

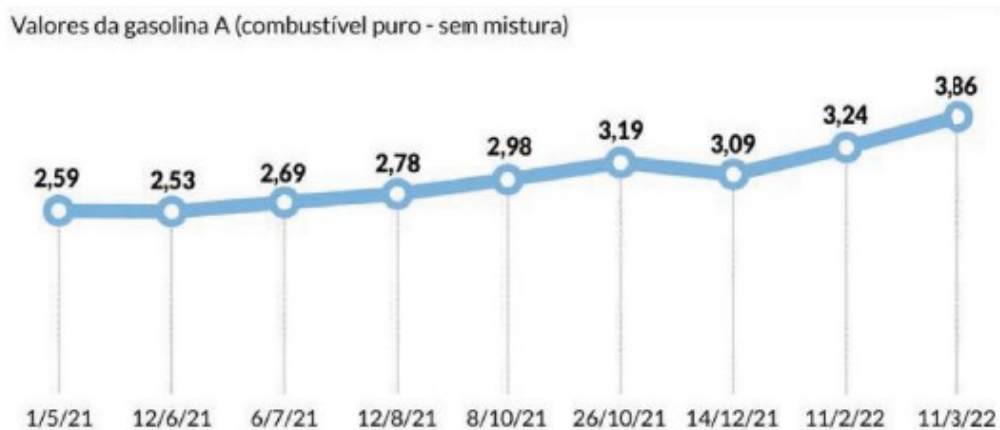
Figura 15 - Consumo de combustíveis fósseis



Fonte: Adaptado de Ritchie, Rosado e Roser (2023).

Essa dependência é considerada uma desvantagem para os veículos a combustão interna, devido às consequências geradas pelo possível esgotamento das reservas de petróleo estimado para o século XXI, como uma crise global (Dogan; Erol, 2019). Bem como, por conta da exposição à volatilidade dos preços associado ao combustível de origem fóssil, como visto na Figura 16, onde a gasolina teve um aumento acumulado de aproximadamente 49% entre maio de 2021 e março de 2022, ramos do mercado que dependem desse setor sofrem o impacto nos seus custos operacionais (PNME, 2023).

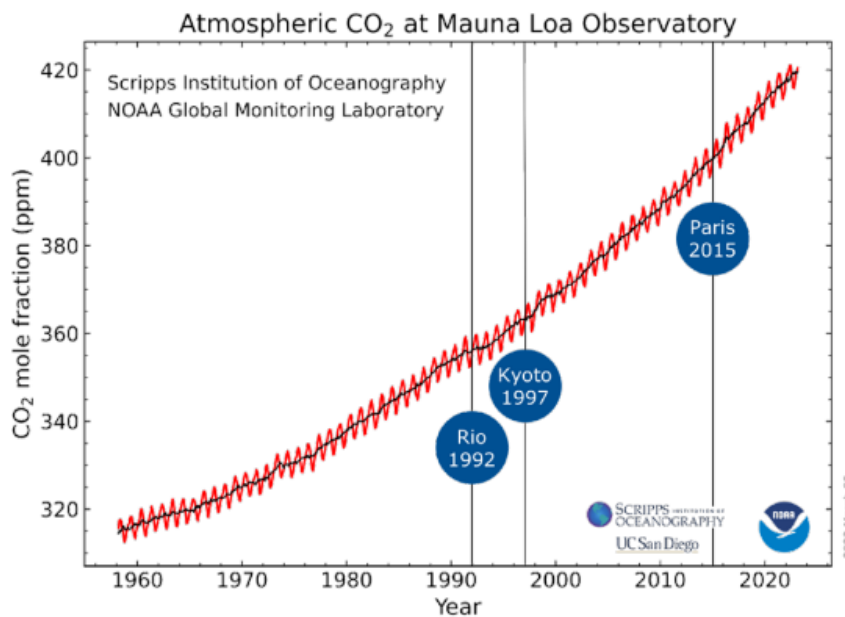
Figura 16 - Evolução do preço da gasolina (2021-2022)



Fonte: PNME (2023, p. 53).

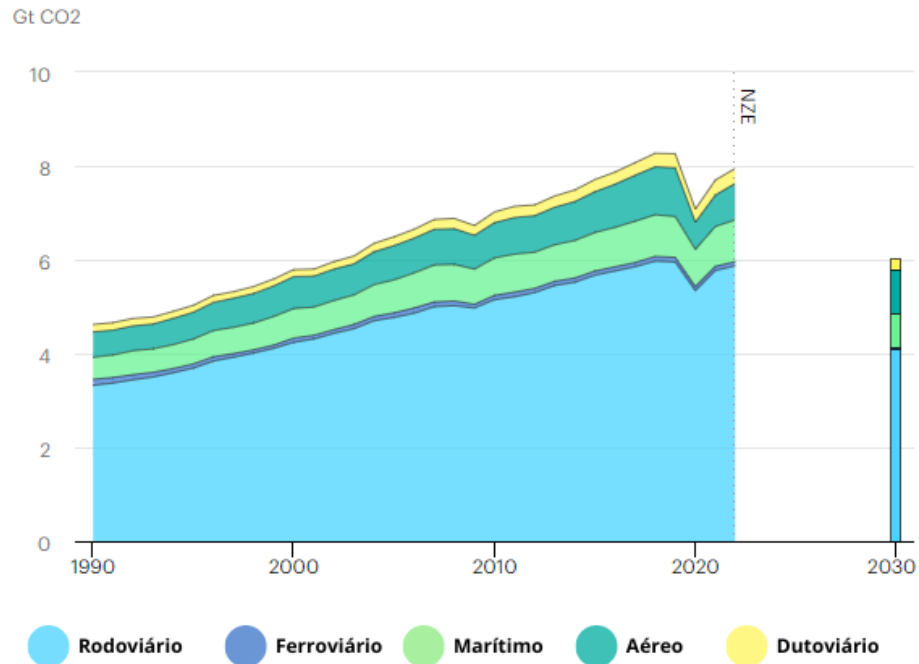
Associado a isso, a combustão dos combustíveis fósseis gera uma grande quantidade de gases do efeito estufa e de poluentes, onde há um aumento das concentrações de CO_2 na atmosfera desde 1960, como ilustrado na Figura 17. Levando isso em consideração, as emissões provenientes dos automóveis é formada por 54% de CO, 47% de NMHC, 30% de óxidos de nitrogênio, 14% de CO_2 e 10% de material particulado, os quais contribuem para os altos índices de poluição atmosférica (Santos, 2017).

Figura 17 - Concentração de CO_2



Fonte: World Meteorological Organization (2023).

Dessa maneira, as emissões provenientes do setor de transporte rodoviário mundial correspondem a maior parcela se comparado aos demais meios de transporte com o valor de 5,87 gigatoneladas de CO_2 , na Figura 18 os dados são apresentados. Além dos impactos ambientais que são debatidos desde o protocolo de Estocolmo de 1972 (Pozzagnolo, 2013), essa desvantagem relacionada aos motores de combustão interna representam também uma parte da causa de problemas de saúde como asma, câncer de pulmão, demência e dentre outros de forma direta e indireta (Requia *et al.*, 2018).

Figura 18 - Emissões globais CO_2 do setor de transporte

A eficiência energética é caracterizada como a capacidade de gerar uma quantidade de trabalho com um menor aporte de energia (EPE, 2023b), de acordo com Santos (2017), os motores a combustão interna possuem uma eficiência energética baixa quando comparado com os veículos elétricos. Visto que o rendimento na conversão da energia química em mecânica é de aproximadamente 22 a 30%, nos motores de ciclo Otto, e de 30 a 38% no ciclo Diesel, em contraponto com a capacidade de conversão de energia elétrica em mecânica de 90% nos motores elétricos.

Esse fator relaciona-se com o estado dos componentes móveis do motor, os quais estão suscetíveis a desgastes provenientes de perdas térmicas que são evidenciadas pelo sistema de arrefecimento e demais partes internas, em conjunto com o atrito interno das peças do motor e da possível combustão ineficiente (Mena, 2020; Onohara; Onohara, 2022). Além disso, se ponderarmos as perdas relacionadas à extração do combustível de origem fóssil, o rendimento pode representar um número menor, onde no caso da transformação do petróleo em diesel, apenas 15% da energia do processo será transformada em movimento (Santos, 2017).

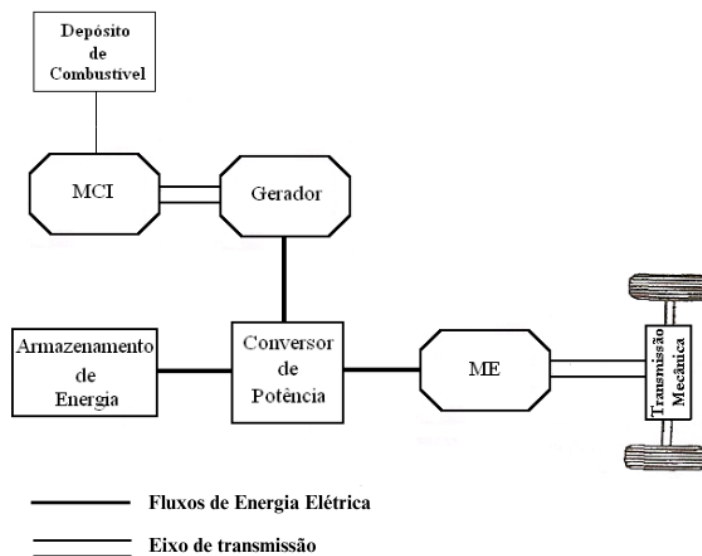
2.2 VEÍCULOS ELÉTRICOS

Os veículos elétricos são definidos como todo veículo que é alimentado, totalmente ou parcialmente, por uma bateria que está conectada diretamente à energia elétrica, ou seja, utilizam um ou mais motores elétricos, em parte ou completamente, para a propulsão (Delgado *et al.*, 2017; Denton, 2018). A alimentação do motor pode ser feita através da conexão direta à uma fonte externa de eletricidade, por meio de plugs, por cabos aéreos que utilizam o sistema de indução eletromagnética ou por meio da frenagem regenerativa (Delgado *et al.*, 2017).

De acordo com Delgado *et al.* (2017), dentro dessa classe de veículos temos os puramente elétricos ou battery electric vehicles (BEV), os quais necessitam de uma fonte de energia elétrica que carrega a bateria interna, alimentando o motor elétrico promovendo o movimento do automóvel. Além dele, temos os veículos híbridos ou hybrid electric vehicle (HEV), que utilizam o motor a combustão em conjunto com o motor elétrico para fornecer a propulsão necessária, podendo ter o tipo construtivo em série ou paralelo.

Para Melo (2010), na configuração em série o MCI aciona um gerador que alimenta o motor elétrico que é responsável pela tração e pelo carregamento das baterias, como ilustrado na Figura 19, as possibilidades de funcionamento dessa tecnologia é apresentada na Figura 20.

Figura 19 - Configuração em série



Fonte: Adaptado de Melo (2010, p. 19).

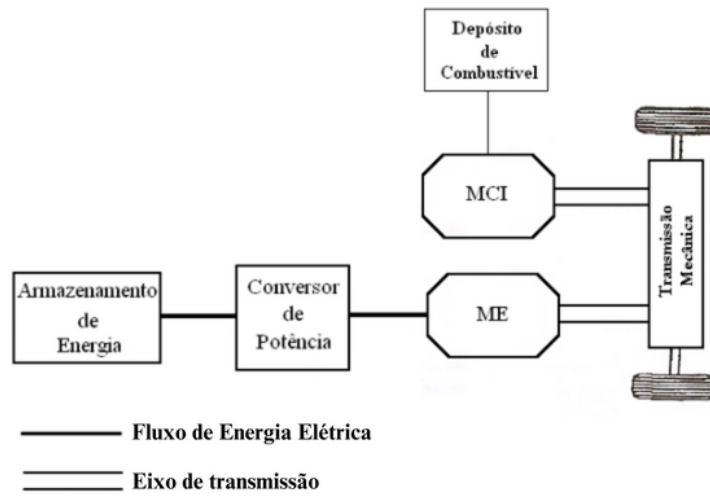
Figura 20 - Modos de funcionamento em série



Fonte: Adaptado de Melo (2010).

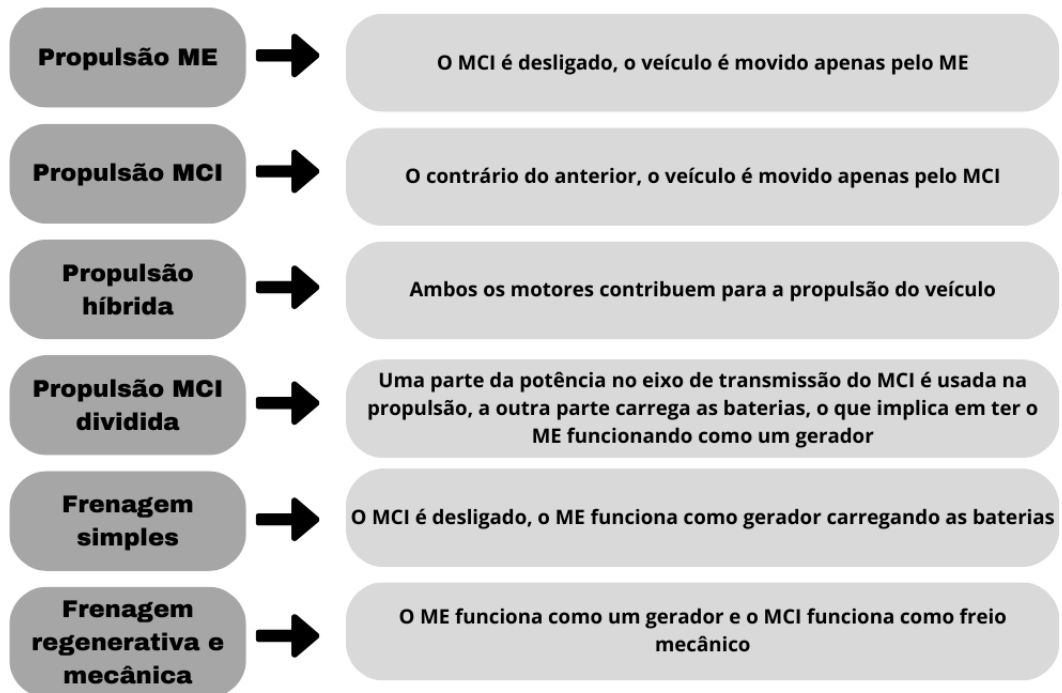
O autor indica que a tecnologia em paralelo, faz com que o motor a combustão interna e o motor elétrico forneçam paralelamente a potência para as rodas de tração do veículo, fazendo com que os dois motores sejam acoplados no eixo de transmissão através de duas embreagens independentes, como apresentado na Figura 21, dessa forma, os modos de funcionamento dessa configuração são apresentados na Figura 22.

Figura 21 - Configuração em paralelo



Fonte: Adaptado de Melo (2010, p. 19).

Figura 22 - Modos de funcionamento em paralelo



Fonte: Adaptado de Melo (2010).

É possível encontrar ramificações que exploram o uso da configuração em série e paralelo conjuntamente, expandindo as possibilidades desse tipo de tecnologia (Melo, 2010).

Segundo Delgado *et al.* (2017), além da classificação perante a configuração construtiva, temos outras três principais categorizações dentro dos veículos híbridos, sendo:

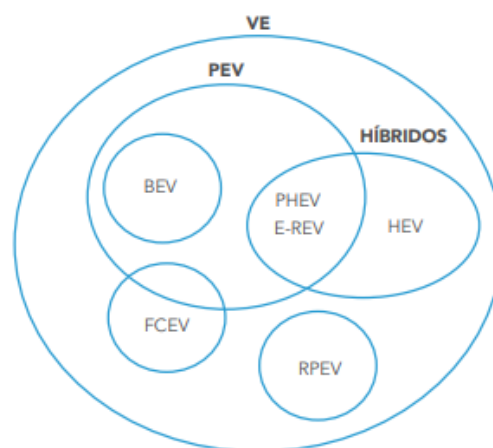
- Híbrido puro ou Hybrid electric vehicle (HEV): o motor de combustão interna é a principal forma de propulsão do veículo, onde a função do motor elétrico é de melhorar a eficiência do MCI ao proporcionar tração em baixa potência. Dessa maneira, ele é caracterizado como um híbrido paralelo que recebe a eletricidade através da frenagem regenerativa.

- Híbrido plug-in ou Plug-in hybrid electric vehicle (PHEV): o MCI é o motor principal, mas a alimentação da energia elétrica pode ser feita através de uma fonte externa. Assim como o tipo anterior, a configuração é paralela e como utiliza combustível fóssil, pode garantir uma maior autonomia se comparado ao BEV.

- Híbrido de longo alcance ou Extended range electric vehicle (E-REV): modelo do tipo em série, neste caso, o motor principal é o elétrico alimentado por uma fonte externa e além disso, a bateria recebe energia de um gerador alimentado por um MCI que mantém um nível mínimo de carga, propiciando um alcance estendido do E-REV.

No contexto dos veículos elétricos, há os movidos a célula de hidrogênio (FCEV) e os que são alimentados por cabos externos diretamente conectados a eles (RPEV), com os trolleys buses, mas neste trabalho os mesmos não serão abordados (Delgado *et al.*, 2017). Na Figura 23, é ilustrado um diagrama que apresenta os tipos de veículos elétricos e suas conexões.

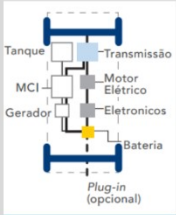
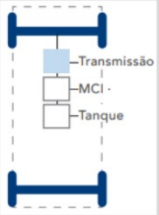
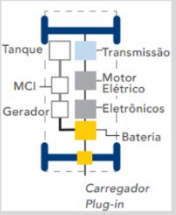
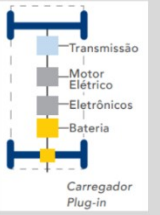
Figura 23 - Tipos de Veículos Elétricos



Fonte: Delgado *et al.* (2017, p. 17).

Na Figura 24 é apresentado um resumo das tecnologias mencionadas (combustão, elétrica e híbrida) e suas características gerais.

Figura 24 - Características dos veículos

	MCI é a fonte primária de propulsão		ME é a fonte primária de propulsão		
Tipo de veículo	<p>HEV/PHEV</p> 	<p>MCI</p> 	<p>E-REV</p> 	<p>BEV</p> 	
Tipo de motor	<p>MCI e ME dispostos em paralelo, sistema plug-in opcional. O MCI é o principal para mover o veículo, com o auxílio de um pequeno motor elétrico</p>		<p>Motor a combustão interna</p>	<p>MCI e ME dispostos em série. O ME é o principal para mover o veículo, com o MCI gerando eletricidade para o elétrico</p>	<p>100% elétrico</p>
Tipo de combustível	<p>Fóssil, biocombustível ou eletricidade. Melhor economia de combustível se comparado a um modelo similar MCI</p>		<p>Fóssil ou biocombustível. Possui alto consumo de combustíveis e de emissões</p>	<p>Eletricidade</p>	<p>Eletricidade</p>
Tipo de armazenamento elétrico	<p>Bateria carregada através do MCI ou por eletricidade (plug-in)</p>		<p>Bateria que não depende de infraestrutura elétrica</p>	<p>Bateria é recarregada como no híbrido. Além disso, costuma ter uma bateria com menor capacidade do que o BEV</p>	<p>Bateria de íons de lítio com grande capacidade, recarregada por fonte externa elétrica</p>
Autonomia	<p>Pouca autonomia elétrica, que é complementada pela autonomia proporcionada pelo combustível fóssil/biocombustível</p>		<p>Grande autonomia proporcionada pelo combustível fóssil/biocombustível</p>	<p>Autonomia elétrica média, complementada pela autonomia proporcionada pelo combustível fóssil/biocombustível</p>	<p>Autonomia elétrica de pequena a média (comparada aos MCI)</p>

2.2.1 Vantagens dos veículos elétricos

Segundo Lebeau *et al.* (2013), os motores elétricos possuem menos peças que os veículos a combustão, as quais possuem menos partes móveis, não são submetidas a grandes desgastes referentes a temperatura e que não necessitam de trocas de óleo, filtros e dentre outros componentes usualmente substituídos nos veículos a combustão. Sendo assim, a categoria dos elétricos demonstra uma possível vantagem referente ao custo de manutenção do veículo, onde o autor Lebeau assume um valor de redução de custos de 65% em comparação com os veículos convencionais.

Entretanto, na literatura encontra-se o valor de redução de 20% no valor de manutenção se comparado com os veículos a combustão (Windisch, 2011), mostrando a falta de consenso em relação ao tópico. Para Santos (2017), essa disparidade está relacionada com o fator emergente da tecnologia e aos poucos anos de uso da mesma, visto que os motores a combustão estão consolidados no mercado e possuem uma vasta linha de pesquisa em relação ao seu uso e variáveis.

Como forma de validação do tópico, Santos (2017) realizou uma pesquisa em relação aos custos de manutenção entre dois automóveis compactos da mesma montadora, um elétrico e outro a combustão, relevando que o elétrico apresenta um valor de economia com manutenção de R\$329,04 no ano. Em relação ao aspecto dos veículos híbridos, esse modelo não conta com a vantagem citada, visto que o seu custo de manutenção se assemelha aos MCI (Lebeau *et al.*, 2013).

Além da manutenção, a diferença dos motores MCI e ME evidenciam outras vantagens para o segmento elétrico, como a eficiência apontada no tópico das “Desvantagens dos veículos a combustão”, bem como, o menor tamanho, que pode ser de aproximadamente 35x menor que o MCI, o menor peso, a não necessidade de refrigeração em conjunto com a produção uniforme de velocidade e potência (Neocharge, 2023b).

Juntamente com isso, os motores elétricos são conhecidos popularmente pelo seu funcionamento silencioso, fato atrelado a não necessidade do sistema de exaustão, de modo que o seu uso produz ruídos próximos do imperceptível para o ouvido humano, contribuindo para a não poluição sonora que é umas das principais preocupações para os habitantes de centros urbanos por serem áreas densamente ocupadas (EPE, 2018; Fontainhas, 2013; Neocharge, 2023b).

Como anteriormente apontado, uma das questões do MCI está ligada com as emissões geradas no uso do automóvel, vale salientar que o presente argumento aborda as emissões produzidas pelo veículo durante o seu uso e não sobre aquelas referentes a fabricação do mesmo e a fonte de energia elétrica.

Com isso, o uso dos automóveis elétricos representa a possibilidade de locomoção com zero produção de gases causadores do efeito estufa, sendo considerada como a tecnologia chave na descarbonização do transporte rodoviário, setor responsável por 15% das emissões globais relacionadas à energia (IEA, 2023c).

Em contraponto, os veículos híbridos não são considerados emissão zero devido ao funcionamento do MCI, de forma que, neste caso, considerando o ciclo de vida dos veículos, os automóveis elétricos produzem 200g de CO_2 , enquanto que os híbridos são responsáveis por 260g de CO_2 representando uma diminuição de 25,7% quando comparado com os veículos a combustão (Moseman, 2022) e mesmo que seja maior que os elétricos, os híbridos sinalizam uma vantagem em relação aos MCIs.

Previamente neste trabalho apontou-se sobre a superior eficiência energética dos motores elétricos, por conta disso, os veículos híbridos possuem a vantagem de agregar a autonomia dos MCI e a eficiência energética do ME. De acordo com Baran (2012), no meio urbano os automóveis trabalham majoritariamente em baixas rotações, como o ME possui uma curva de eficiência quase constante até atingir alta rotação, o usuário se beneficia ao utilizar o ME em baixas rotações e o MCI quando necessário.

Em conjunto com essa vantagem, os veículos híbridos evitam os custos que a implementação dos veículos elétricos exigem perante a expansão da infraestrutura de carregamento necessária para suprir a demanda imposta por essa categoria, bem como, os híbridos se beneficiam de melhorias técnicas acerca dos a combustão por possuírem esse tipo de motor, evitando um efeito negativo do desenvolvimento dos MCIs em relação aos híbridos, fenômeno esse que acomete os veículos elétricos (Brasil, 2015).

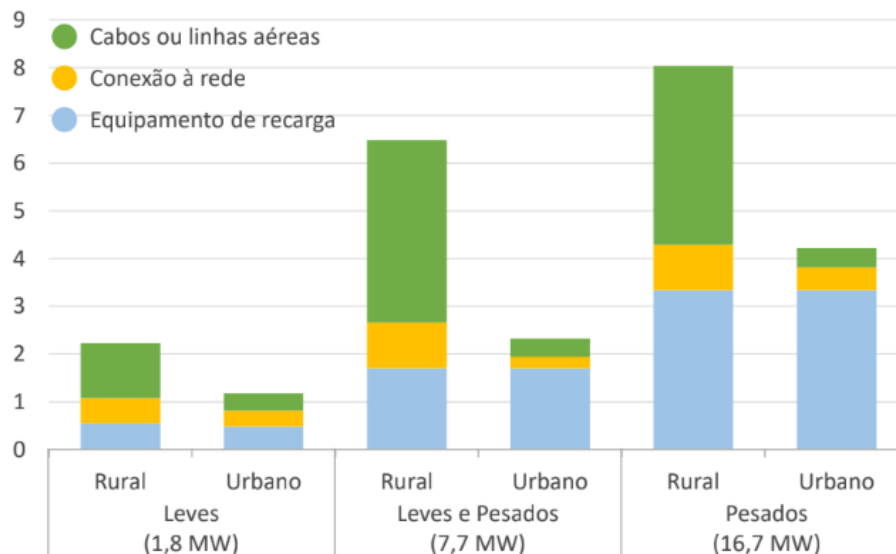
2.2.2 Desvantagens dos veículos elétricos

Os veículos elétricos dependem diretamente do setor de geração e distribuição de energia, fazendo com que aspectos negativos em relação a esse setor, como o quão poluente a geração é, afetem essa categoria, de forma que localidades

onde as matrizes são limpas e de fácil distribuição os VEs são vistos de maneira mais positiva e vice versa (BNDES, 2015). No Brasil, a matriz energética é baseada em 64,9% pela energia hidrelétrica, 8,6% pela energia eólica, 8,4% pela biomassa e 1% pela solar, sendo dados promissores para esse aspecto (Santos; Araujo; Santos, 2021).

Porém, em agosto de 2022 a infraestrutura de recarga do Brasil contava com apenas 1400 postos de recarga, evidenciando o desafio perante a instalação de uma rede apropriada de recarga para os VEs, explicando a preferência do público por veículos que não dependam dessas infraestruturas (PNME, 2023). Tendo isso em vista, os investimentos necessários para a instalação de carregadores são apresentados na Figura 25, observa-se que os custos são desafiadores podendo mais do que dobrar para as áreas rurais (EPE, 2023a).

Figura 25 - Investimentos requeridos para a instalação de carregadores (Milhão US\$ - 2022)



Nota: Considera-se uma distância média para a subestação mais próxima de 5 km em áreas urbanas e 15 km em rurais.

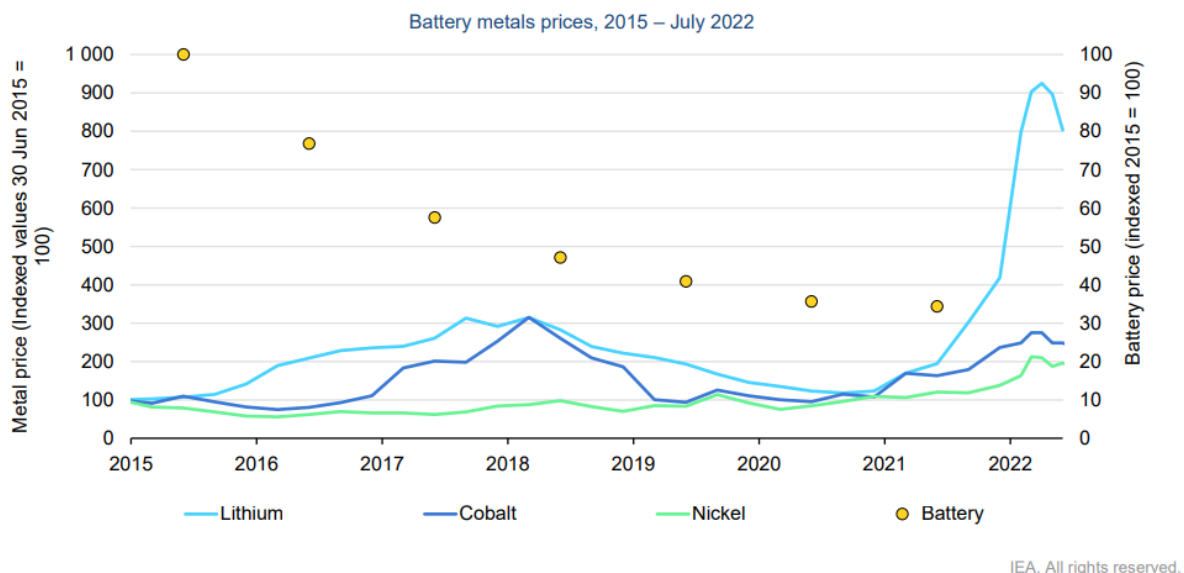
Fonte: EPE (2023a, p. 22).

Um dos principais componentes dos veículos elétricos é a bateria, a mesma é constituída de diversos minerais que variam de acordo com suas características particulares, de forma a utilizar aproximadamente 6 vezes mais minerais que os veículos a combustão (IEA, 2021). A demanda global por baterias para esse segmento

tende a mais do que quintuplicar até 2030, bem como, a busca por insumos integrantes da cadeia logística desse componente, revelando um possível desarranjo entre a oferta e a demanda, revelando uma desvantagem dos VEs (EPE, 2023a).

Para além deste aspecto, outra desvantagem em termos da bateria se revela no seu custo, atualmente as baterias íon-lítio, por exemplo, não são produzidas em território nacional e no curto e médio prazo, não foram encontradas ações que visam o desenvolvimento dessa tecnologia para os VEs (EPE, 2023a). Em conjunto com isso, o preço de metais e minerais críticos aumentaram desde 2020, como visto na Figura 26, sendo que em 2021, 63% do custo das baterias correspondiam somente aos custos associados aos componentes dependentes dessas matérias primas.

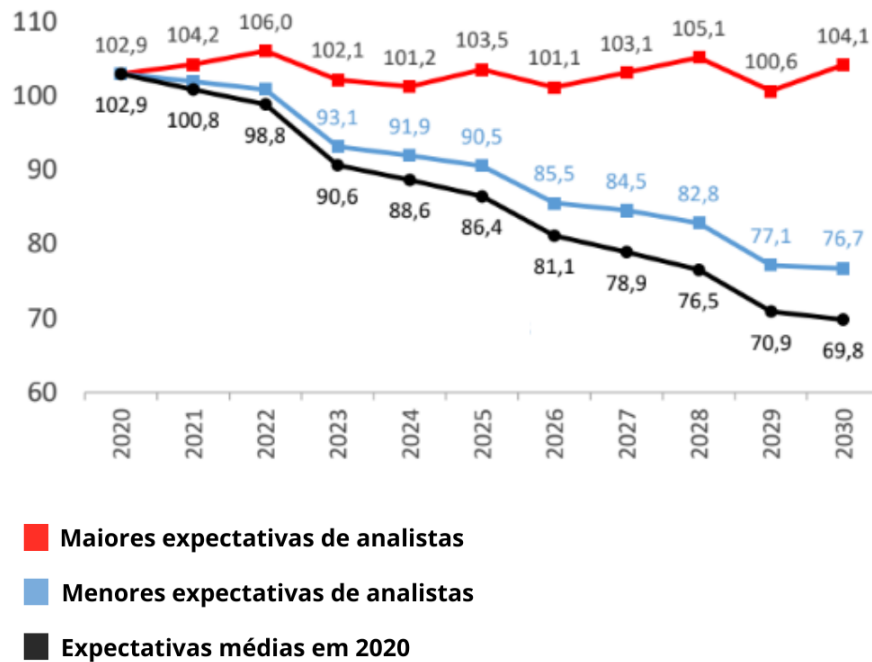
Figura 26 - Aumento dos preços dos metais



Fonte: IEA (2022, p. 14).

Com um cenário turbulento, há divergências nos preços das baterias, como observado na Figura 27, mas segundo EPE (2023a), em média, existe uma expectativa no aumento desses valores, onde de acordo com IEA (2022), essa elevação representa desafios para os fabricantes automotivos, aumentando os custos da baterias, diminuindo as margens de produção e subindo os preços para os consumidores.

Figura 27 - Projeções do custo das células de bateria (US\$/kWh)



Fonte: Adaptado de EPE (2023a, p. 20).

Uma das vantagens pontuadas neste trabalho está associada à emissão zero de poluentes durante o uso dos VEs, entretanto, é necessário uma avaliação da produção de gases do efeito estufa relacionada em toda a produção desses tipos de veículos. Segundo Hall e Lutsey (2018), a etapa de produção das baterias de íon-lítio produz mais emissão do que a produção de um veículo MCI, o impacto ambiental dessa atividade advém principalmente das fumaças tóxicas liberadas durante o processo de mineração e o uso intenso de água (Lakshmi, 2023).

Adicionalmente, o transporte dessas baterias gera uma maior pegada de carbono¹ que os veículos MCI, de acordo com United Kingdom (2021), as emissões advindas da produção de BEV são aproximadamente 50% maiores que as produzidas pelos MCI em 2020 e contabiliza 67% das emissões provenientes dessa categoria de veículos, sendo que até 2050 a produção de emissões dos veículos elétricos podem chegar próximo da paridade com as dos veículos de combustão interna, definindo como uma desvantagem para a categoria elétrica.

¹ A pegada de carbono é utilizada para medir a quantidade de emissões de gases de efeito estufa expressa em função de carbono equivalente, tornando possível o cálculo desse fator relacionado as atividades humanas, industriais e dentre outros.

2.2.3 Entraves e incentivos

Ao longo do trabalho menciona-se sobre as questões ambientais e sua conexão com os veículos elétricos, devido aos problemas evidenciados nesse cenário com a excessiva poluição atmosférica e suas conseqüentes mudanças ambientais, a eletrificação automotiva é estimulada (Wolffenbuttel, 2022). Dentro desse contexto, o estímulo por práticas ambientais, sociais e de governança que se enquadram na sigla ESG estão presentes nas indústrias, trazendo os veículos elétricos como o vetor principal para a descarbonização das atividades produtivas e de serviços (PNME, 2023).

Dessa forma, o Brasil comprometeu-se em reduzir 43% das emissões dos gases do efeito estufa até 2030 na Conferência das Partes (COP 21), pressionando a indústria automotiva (Wolffenbuttel, 2022). Entretanto, de acordo com Brasil (2018), a regulamentação brasileira é branda se comparada aos padrões internacionais em termos de limites e monitoramento dos GEE, tornando baixo o estímulo às tecnologias de propulsão limpas (VEs), visto que melhoras nos MCIs são teoricamente suficientes para as políticas nacionais (Wolffenbuttel, 2022).

No âmbito das políticas setoriais automotivas, houve a existência do programa Inovar-Auto entre os anos de 2012 a 2017 que tinha por objetivo estimular os processos produtivos e os investimentos em inovação e engenharia, resultando em uma elevação da produção nacional, obtendo automóveis melhores, mais eficientes e com menor emissão de carbono (Costa, 2017). Porém, o resultado obtido proveniente desse programa não foi capaz de promover uma produção significativa de automóveis elétricos (Brasil, 2018).

Alinhado a isso, o Rota 2030 surgiu em 2018 com previsão de duração até 2032 como regime de aceleração tecnológica da indústria automotiva nacional, nas suas diretrizes, a respeito de quais dificuldades ele tende a sanar, não há nenhuma específica visando o cenário dos automóveis elétricos (Brasil, 2020b). Em virtude disso, as medidas tendem a favorecer o predomínio das tecnologias voltadas ao motor a combustão interna, fazendo o movimento oposto ao estímulo do cenário elétrico (Wolffenbuttel, 2022).

Nesse sentido temos o aparecimento crescente de pesquisas na área de biocombustíveis, para o autor PNME (2023), esse fator não provoca uma dualidade entre eletrificação e os combustíveis renováveis, mas demonstram um complemento

de ambas a fim de proporcionar soluções para a descarbonização, eficiência energética e custos. A disponibilidade de combustíveis renováveis que compartilham da infraestrutura de abastecimento dos combustíveis fósseis, permite um controle do ritmo da tecnologia dos veículos elétricos (EPE, 2023a).

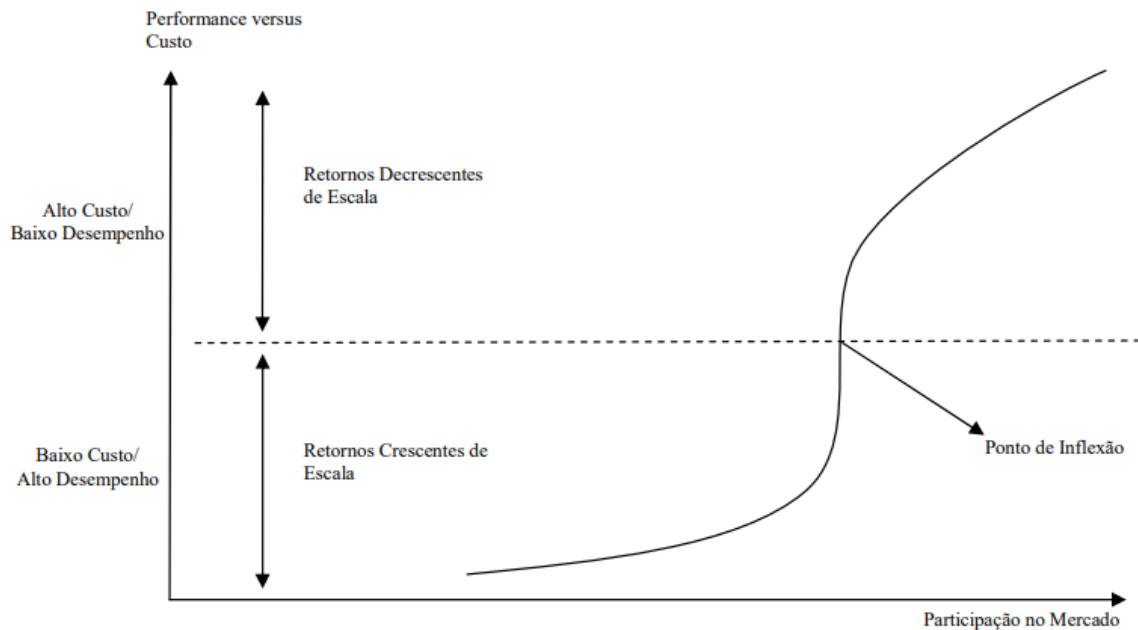
Todavia, a capacidade de produção dos biocombustíveis e um parque fabril que disponibilize o desenvolvimento dessas tecnologias em um âmbito local, juntamente com o controle do ritmo previamente mencionado, evidencia um possível lock-in da tecnologia dos veículos elétricos, afetando sua adoção no Brasil (EPE, 2023a).

Diante desse cenário, a tecnologia dos motores de combustão interna permanecem em evidência no cenário da propulsão de automóveis, tendo a contribuição para a sua permanência o fato de que o desenvolvimento de uma nova tecnologia é um processo demorado e repleto de incertezas, gerando um processo de trancamento tecnológico para novas alternativas, como os veículos elétricos (Baran, 2012). Segundo Cowan e Hultén (1996), os usuários não estão dispostos a migrar de tecnologia devido ao tempo e dinheiro investido na tecnologia dominante, bem como, os produtores se beneficiam da produção em escala estabelecida e dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento.

Todo o sistema tecnológico de inovação (STI) da indústria automotiva é afetado, ou seja, todo o grupo de componentes como os veículos, rede de distribuição, fornecedores e dentre outros vinculados ao processo de implementação da tecnologia são afetados (Unruh, 2000; Wolffenbuttel, 2022). Vale ressaltar que o trancamento tecnológico envolvendo opções inferiores como ganhadoras de mercado pode ocorrer a partir de um processo que depende de fatores relacionados com o momento, a estratégia adotada, as circunstâncias históricas e a otimização em torno da tecnologia (Unruh, 2000).

Como forma de contextualizar o processo de crescente retorno de escala, a curva S, apresentada na Figura 28, é útil, nela temos que o eixo horizontal diz respeito a uma medida de escala, como a participação de mercado e volume de produção, e o eixo vertical é a medida de performance ou utilidade (Unruh, 2000). Sendo assim, os causadores dos retornos crescentes no começo da evolução da tecnologia são fatores como expectativas adaptativas, economias de rede, escala e aprendizado, na medida que o produto está estabelecido e o mercado está próximo de saturação, os retornos de escala caem (Baran, 2012).

Figura 28 - Representação gráfica da curva em S



Fonte: Baran (2012, p. 54).

Em um contexto onde há trancamento tecnológico e dependência pelo caminho, pode ocorrer que uma tecnologia permaneça ganhando participação de mercado mesmo que os retornos de escala sejam decrescentes (Baran, 2012). Atentando para esse fator, o trancamento tecnológico provocado pelo MCI é um entrave real para a implementação das tecnologias acerca dos veículos elétricos.

A fundamentação teórica apresentada teve por objetivo construir o levantamento bibliográfico necessário para as demais etapas do trabalho, nela atingiu-se o objetivo de apresentar o contexto histórico dos veículos a combustão e os elétricos e o cenário atual da indústria automotiva no Brasil. Bem como, pontuou-se as principais características dos MCIs e dos VEs, ponderando as suas respectivas vantagens e desvantagens.

Por fim, foram elencados os entraves e incentivos para a adoção dos veículos elétricos no país, trazendo pontos como as questões ambientais, as políticas setoriais e as pesquisas na área de biocombustíveis que serão abordados de uma ótica focalizada nos HEVs ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

3. METODOLOGIA

A abordagem utilizada neste trabalho é a matriz SWOT, de forma que Batalha e Rachid (2008) *apud* Firmino *et al.* (2020, p. 7), definem que a análise estratégica global de um setor pode ser desenvolvida através da matriz SWOT, a qual está envolvida com o objetivo principal deste trabalho, que visa ponderar os pontos que influenciam a aderência do veículo híbrido no setor automotivo. De modo que a ferramenta possibilita um estudo em nível macro e micro do ambiente relacionado com o setor (Harrisson, 2010 *apud* Firmino *et al.*, 2020, p. 7).

Através do mapeamento das forças e fraquezas que estão relacionadas ao ambiente interno e as oportunidades e ameaças advindas do ambiente externo, tem-se subsídios suficientes para maximizar os pontos positivos e minimizar/eliminar os pontos negativos atrelados ao objeto de estudo (Dutra, 2014). Dessa maneira, essa metodologia torna-se ideal no processo de conhecimento da indústria automotiva do veículo híbrido e do seu entorno, a fim de propiciar um posicionamento competitivo no seu contexto.

Figura 29 - Diagrama da Análise SWOT



Fonte: Autora (2023).

Na Figura 29 é mostrado o diagrama da ferramenta, com isso, temos que o ambiente externo (oportunidade e ameaças) compreende as variáveis existentes fora

do setor de veículos híbridos que afetam diretamente no estabelecimento e na manutenção do seu lugar na indústria, as quais são modificadas por tecnologias, tendências, sistemas políticos-legais, condições econômicas e sociais. Esses elementos formam o macroambiente do setor que está em constante mudança, fomentando a dinâmica nas oportunidades e ameaças ao contexto (Bateman, 2010, p.47 *apud* Dutra, 2014, p. 54; Wright; Kroll; Parnell, 2000, p.47 *apud* Dutra, 2014, p.54).

Além do macroambiente, no cenário externo, temos o microambiente definido por fatores relacionados aos clientes, concorrentes, fornecedores e distribuidores, os quais afetam a dinâmica do mercado de maneira pontual, mas diretamente a organização (Dutra, 2014). Conseqüentemente, o conhecimento adequado dos dois contextos, macro e micro, fornece uma melhor análise externa das variáveis que o afetam (Oliveira, 2007).

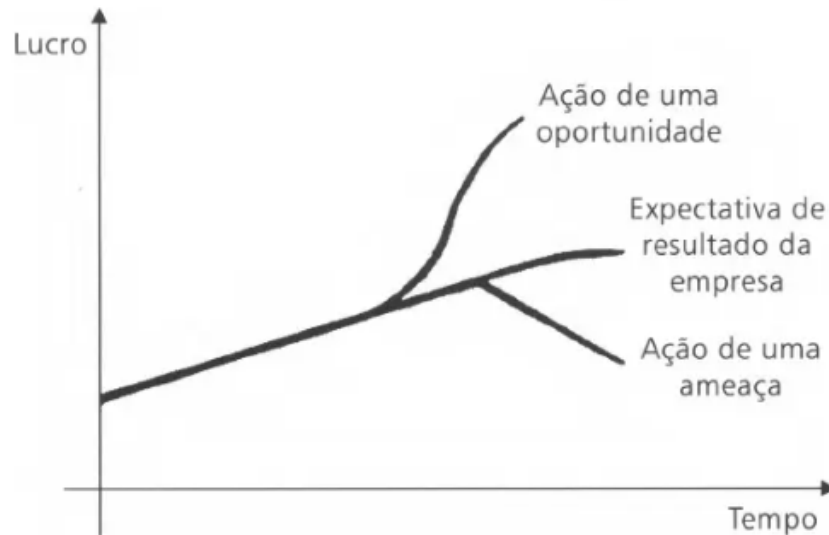
Segundo Fernandes (2012), o mesmo ambiente pode apresentar oportunidades para um setor e ameaça para outro do mesmo segmento em função das suas diferentes ramificações e experiência de mercado. Por conta disso, a análise desenvolvida neste trabalho tem por foco o setor específico do veículo híbrido, separando-o da indústria automotiva no geral, visto que no decorrer da análise será possível ver os pontos de cruzamento entre o comportamento da indústria automotiva dos veículos a combustão e os híbridos elétricos, por exemplo.

A oportunidade pode ser definida como tudo que está fora do domínio da organização que tem potencial de gerar condições favoráveis que se forem adequadamente aproveitadas geram resultados que contribuam para o alcance de objetivos ou para a melhoria do desempenho do setor. Em relação às ameaças, as mesmas aparecem no mesmo ambiente que as oportunidades e também não são variáveis controláveis internamente, entretanto, são condições capazes de prejudicar o desenvolvimento do negócio (Fernandes, 2012; Oliveira, 2007).

Assim sendo, o autor Oliveira (2007) pontua que a análise do ambiente externo pode ser usada sob dois focos, para solucionar problemas imediatos que necessitem de uma decisão estratégica, fazendo com que a interação do setor com o ambiente aconteça em tempo real e a que tem por finalidade de identificar oportunidades e ameaças futuras que não foram propriamente detectadas pelo setor, a qual será aplicada neste trabalho. Na figura 30, é mostrado como o ambiente externo

afeta uma empresa reforçando sua importância, onde aqui abordaremos a visão para o setor e não para uma corporação específica.

Figura 30 - Impacto das oportunidades e das ameaças



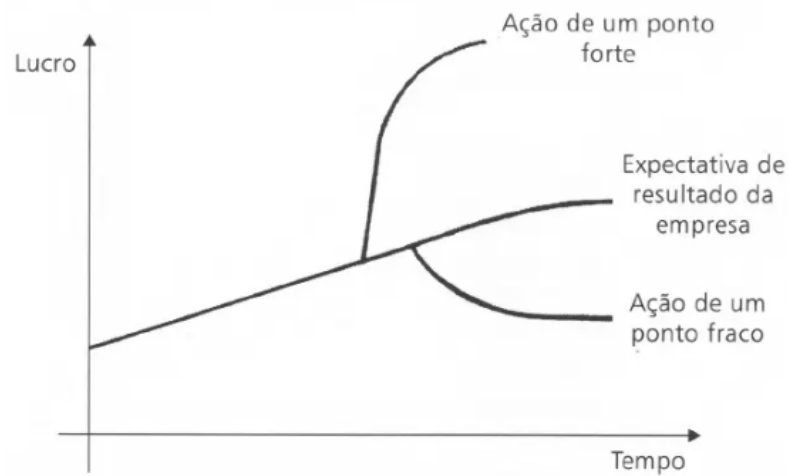
Fonte: Oliveira (2007, p. 74).

No que se refere ao ambiente interno, o mesmo espelha como a organização se reconhece com suas forças e fraquezas, sendo fatores sob total domínio do setor e que pode influenciar o ambiente externo. Desse modo, a força é o que representa o ponto forte nas situações de posicionamento do mercado, em relação aos competidores e nas adversidades existentes, ou seja, a força é definida como uma condição interna que é capaz de influenciar no desempenho do segmento de estudo (Fernandes, 2012).

Em relação a fraqueza, ela é definida como qualquer ponto de fragilidade independente da sua origem que pode dificultar o desenvolvimento do desempenho (Fernandes, 2012). Nesse contexto, a relação entre força e fraqueza determina o limite da estratégia competitiva que uma empresa pode desempenhar com sucesso, delimitando a habilidade para iniciar ou reagir a movimentos estratégicos e lidar com o ambiente ou os eventos que acontecem na indústria (Porter, 1980).

Na Figura 31 é apresentado o efeito das forças e fraquezas em uma corporação.

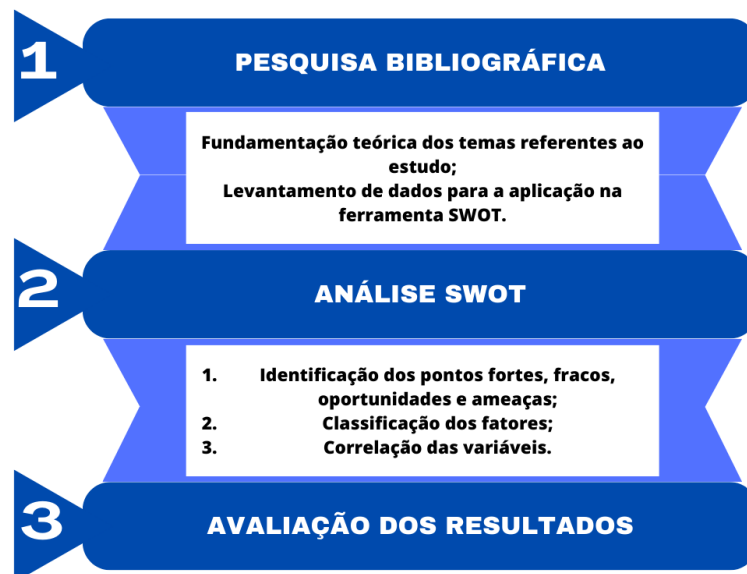
Figura 31 - Impacto dos pontos fortes e fracos



Fonte: Oliveira (2007, p. 82).

Para cumprir com o objetivo de avaliar o posicionamento estratégico dos veículos híbridos no solo nacional, o trabalho foi desenvolvido em etapas como mostrado na Figura 32. A primeira delas é a referente a pesquisa bibliográfica, a qual diz respeito à estruturação da fundamentação teórica dos temas referentes ao histórico da indústria automotiva internacional e nacional, ao contexto atual desse setor, ao modo de funcionamento das tecnologias de propulsão a combustão, a bateria e o híbrido, as características particulares de cada uma delas e a ferramenta SWOT e sua aplicação.

Figura 32 - Metodologia do trabalho



Fonte: Autora (2023).

Além de construir a base do trabalho, a pesquisa bibliográfica será utilizada para o levantamento de dados que são aplicados na matriz SWOT (etapa 2), onde o uso da ferramenta foi dividido em três fases de acordo com uma adaptação do modelo proposto por Dutra (2014) em conjunto com soluções apresentadas por Tarapanoff (2001). Portanto, na segunda etapa do trabalho temos como primeira fase da análise SWOT a identificação dos pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças através do que foi obtido das pesquisas.

Na sequência da análise, é feita a distinção de cada item ponderado, classificando-os do mais relevante para o menos relevante, mensurando as variáveis de acordo com a sua influência nos objetivos do setor (Dutra, 2014). Para Tarapanoff (2001) essa abordagem promove uma visão dos principais fatores que influenciam na capacidade de ação do setor e as principais pressões externas que o afetam, o mesmo pondera por grau de importância, porém, neste trabalho será utilizada outra metodologia.

Para uma melhor visualização da classificação de cada item, será utilizada a métrica dos autores Ferrel e Hartline (2009, p. 137) *apud* Dutra (2014, p. 122), os quais categorizam cada fator de acordo com o produto entre a sua magnitude e importância. O primeiro deles refere-se a intensidade com que cada ponto afeta a empresa, de forma que as oportunidades e forças são pontuadas de 1 (baixa magnitude) a 3 (alta magnitude) e as ameaças e fraquezas de -1 (baixa magnitude) a -3 (alta magnitude).

Em relação a importância, temos o critério de definição como a atual prioridade do item no setor, contabilizando de 1 (baixa importância) a 3 (alta importância), de forma que os dois aspectos citados variam dependendo do objeto de estudo. Segundo Kotler (2000) *apud* Dutra (2014, p. 124), o resultado obtido traz benefícios para análise a partir da classificação dos itens de forma descendente, facilitando a identificação do nível de relevância dos fatores elencados.

Posto isto, a fase 2 da matriz SWOT consiste em mensurar o produto dos itens, o que fornecerá a classificação geral de cada elemento, evidenciando os pontos que mais afetam o setor (Dutra, 2014). Dessa maneira, será constituída a categorização dos resultados de acordo com seu nível de relevância, do maior para o menor.

A terceira fase é responsável por confrontar os pontos positivos do setor com os pontos negativos, ou seja, correlacionar as forças e fraquezas com as

oportunidades e ameaças, através da construção e validação de uma matriz que conecta os fatores levantados a fim de compreender aspectos críticos e de contextos que devem ter atenção maior no estudo (Dutra, 2014; Tarapanoff, 2001). Na Figura 33 é apresentado um modelo de matriz que relaciona os seus respectivos fatores.

Figura 33 - Matriz de Confronto de fatores

		FORÇAS				FRAQUEZAS			
		Fo1	Fo2	Fo3	Fo4	Fr1	Fr2	Fr3	Fr4
OPORTUNIDADES	Op1								
	Op2								
	Op3								
	Op4								
AMEAÇAS	Am1								
	Am2								
	Am3								
	Am4								

Fonte: Adaptado de Dutra (2014, p. 127).

À vista disso, uma matriz SWOT cruzada pode ser construída, formando quatro quadrantes de interesse mostrados na Figura 34.

Figura 34 - Matriz SWOT Cruzada

AMBIENTE EXTERNO	AMBIENTE INTERNO	
	FORÇAS	FRAQUEZAS
OPORTUNIDADES	FORÇAS + OPORTUNIDADES 1	OPORTUNIDADES + FRAQUEZAS 2
AMEAÇAS	3 FORÇAS + AMEAÇAS	4 AMEAÇAS + FRAQUEZAS

Fonte: Adaptado de Chiavenato e Sapiro (2023, p. 131).

O quadrante 1 (Forças x Oportunidades) propõe ações ofensivas com o uso das forças e competências do setor para usufruir das oportunidades encontradas, de forma que o confronto das forças com as oportunidades potencialize sua vantagem competitiva e possibilite expandir no mercado de interesse (Abdalla; Conejero; Oliveira, 2019; Chiavenato; Sapiro, 2023; Dutra, 2014).

O quadrante 2 (Oportunidades x Fraquezas) indica uma política de manutenção do setor, ou seja, sugere que as fraquezas do setor impedem ou dificultam o aproveitamento das oportunidades, de forma que pode-se usar as oportunidades como modo de minimizar as fraquezas. Logo, observar o ambiente externo e identificar o que não está sendo usufruído por conta de falhas internas é uma forma de ajustar esses pontos e corrigi-los (Abdalla *et al.*, 2019; Chiavenato; Sapiro, 2023; Dutra, 2014).

O quadrante 3 (Forças x Ameaças) sugere que as forças devem barrar as ameaças externas, promovendo uma diversificação do setor a fim de compensar as ameaças (Abdalla *et al.*, 2019; Chiavenato; Sapiro, 2023; Dutra, 2014).

Por fim, o quadrante 4 (Ameaças x Fraquezas) revela uma situação de risco acentuado para o segmento, evidenciando o ponto de fraqueza em relação ao enfrentamento de ameaças. Nesse cenário, o setor deve buscar um plano de redução de fraquezas e minimização de ameaças, promovendo sua proteção no meio, baseando-se em estratégias de defesa (Abdalla *et al.*, 2019; Chiavenato; Sapiro, 2023; Dutra, 2014).

Assim, pode-se compreender qual quadrante possui maior peso para o estudo, demonstrando a posição do setor no seu contexto. De maneira que, busca-se a associação das forças com as oportunidades, tal como, no uso das forças como mecanismo de eliminação das fraquezas e na conversão das ameaças em oportunidades (Dutra, 2014).

Com os resultados obtidos, a etapa final da metodologia deste trabalho se baseia na avaliação do que foi obtido, em conjunto com uma comparação entre as conclusões levantadas por Mena (2020) para os veículos a bateria e o encontrado neste trabalho para os veículos híbridos, pontuando diferenças e semelhanças das duas tecnologias para o setor automotivo.

4. ELABORAÇÃO E ANÁLISE DA MATRIZ SWOT E MATRIZ SWOT CRUZADA

Tendo em vista a metodologia proposta, é necessário pontuar que o presente trabalho é baseado em dados encontrados entre o período de Fevereiro de 2023 e Outubro de 2023. Bem como, no tópico acima menciona-se que os dados utilizados são baseados nas pesquisas bibliográficas previamente realizadas, entretanto, eventuais novos dados podem ser adicionados conforme o desenvolvimento da análise.

Além disso, a análise SWOT tem por característica o seu aspecto subjetivo, podendo representar aspectos positivos e negativos para o estudo (Mena, 2020). Sendo assim, para consolidar os conceitos referentes aos pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças, no Quadro 1 é apresentado um resumo de cada fator com respectivos exemplos para melhor entendimento.

Quadro 1 - Conceitos e exemplos dos fatores da Matriz SWOT

Fatores para análise	Conceito	Exemplos
Forças (strengths)	São fatos, recursos, reputação ou outros fatores, identificados com o ambiente interno, que podem significar uma vantagem da organização em relação aos concorrentes e/ou um diferencial; Recursos ou capacidades que a organização pode usar efetivamente para alcançar objetivos; competências distintivas.	Recursos financeiros, liderança aberta a mudanças, clima organizacional, tamanho e lealdade de base de clientes, itens de diferenciação de produtos e serviços, margens de retorno, economia de escala.
Fraquezas (weakness)	São deficiências ou limitações que podem restringir o desempenho da organização, identificados com o ambiente interno.	Inabilidades técnicas ou gerenciais, inadequado controle de custos, obsolescência de métodos e/ou equipamentos, endividamento incompatível com o fluxo de caixa, alto índice de turnover, falta de definições estratégicas, vulnerabilidade à competição.
Oportunidades (opportunities)	São fatos ou situações do ambiente externo que a organização pode vir a explorar com sucesso.	Novas tecnologias, tendências de mercado, novos mercados, novos produtos, créditos facilitados, alianças estratégicas, produtos complementares.
Ameaças (threats)	São as antíteses das oportunidades, situação do ambiente externo com potencial de impedir o sucesso da organização.	Novas tecnologias, tendências de mercado, legislação restritiva, novos competidores, taxas de juros, abertura de mercado.

Fonte: Adaptado de Tarapanoff (2001, p. 214).

Este estudo tem por objetivo avaliar o contexto dos veículos híbridos com ênfase na categoria de não plug-in's no Brasil e em como isso afeta a sua expansão no cenário nacional, no qual será pontuado as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças relacionados ao objeto de estudo.

4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES DA MATRIZ SWOT

4.1.1 Análise das forças

No presente estudo foram encontradas seis principais forças relacionadas aos veículos híbridos no setor automotivo, a primeira delas refere-se à autonomia dessa tecnologia. Como os veículos híbridos funcionam com a implementação do motor MCI e do motor elétrico, a superioridade dos veículos a combustão em relação a autonomia, como pontuado no item “Vantagens dos veículos a combustão” deste trabalho, beneficia os veículos híbridos. Dessa forma, como a infraestrutura de recarga para uma possível implementação dos veículos elétricos é insuficiente, a autonomia é valorizada por potenciais consumidores (BNDES, 2010).

O segundo ponto atribuído como força para essa tecnologia, está relacionada com a infraestrutura de recarga já mencionada, os veículos híbridos não plug-in's não necessitam de carregamento proveniente de fonte externa para as baterias. Logo, a necessidade de implementação de uma infraestrutura adequada para a consolidação dos veículos híbridos não é necessária, diferentemente dos elétricos.

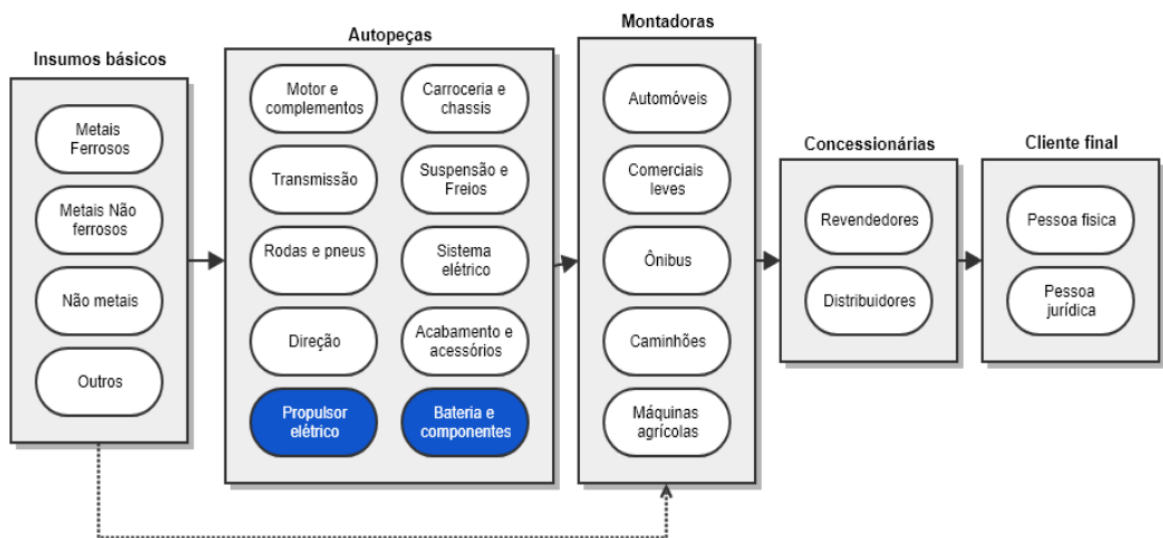
Na sequência temos a força atrelada a eficiência energética, onde neste caso, como explicado anteriormente, a curva de eficiência quase constante em baixas rotações do ME beneficia o usuário, fazendo parte das estratégias de manter o MCI operando em regiões de sua máxima eficiência enquanto o ME atua nos demais momentos (Bravo; Meirelles; Giallonardo, 2014).

Relacionada com a eficiência energética, nos veículos convencionais a energia gerada na desaceleração do veículo é totalmente perdida em forma de calor (Bravo; Meirelles; Giallonardo, 2014), sendo um cenário diferente para os veículos híbridos, os quais têm como força a recuperação de energia como forma de recarregar a bateria em momentos de frenagem, de maneira para além da eficiência energética,

representar uma economia de combustível quando comparado com os MCI (Electric Power Research Institute - EPRI, 2002).

Os veículos híbridos compartilham de uma cadeia produtiva similar ao dos veículos a combustão, como mostrado na Figura 35. Devido a isso, são ocasionados menores impactos para todo o sistema tecnológico de inovação da indústria automotiva, anteriormente mencionado, diminuindo a dificuldade da adesão da tecnologia para o contexto já estabelecido.

Figura 35 - Cadeia produtiva do Veículo Híbrido



Fonte: Oecksler *et al.* (2019, p. 13).

Por fim, como apresentado no tópico 2.2.1, os veículos híbridos representam menos emissões de gases nocivos ao meio ambiente que os veículos convencionais, do ponto de vista de sustentabilidade, entende-se esse fator como uma força da tecnologia dos HEV. Segundo uma previsão de Soares (2019), o cenário onde havia a substituição da frota de veículos convencionais para os híbridos-elétricos na cidade do RJ de 2019 a 2030 representou uma redução de 24% de emissões de NMHC, e 20% de emissões de CO em 2030, validando como uma força relevante para o cenário estudado.

Em suma, é apresentado no Quadro 2 as forças argumentadas anteriormente.

Quadro 2 - Forças dos Veículos Híbridos

Forças	
1. Autonomia	Como nos veículos híbridos parte da propulsão é proveniente do MCI, assim a autonomia associada a ele vem como vantagem para os HEV no cenário principalmente dos veículos elétricos.
2. Recarga/Reabastecimento	Os veículos elétricos são abastecidos em postos de combustível que contam com uma infraestrutura largamente consolidada no território nacional, onde a bateria do motor elétrico existente, como estamos abordando os veículos híbridos não plug-in's, pode ser recarregada durante as frenagens, por exemplo.
3. Eficiência Energética	Em um HEV, o motor elétrico auxilia no aumento da sua eficiência energética através de diferentes fatores, como por exemplo, a assistência ao motor a combustão em baixas rotações.
4. Economia de combustível	Associada a eficiência energética mencionada acima, a recuperação parcial da energia cinética quando o veículo está em desaceleração, contribui para o melhor consumo de combustível do veículo.
5. Utiliza da mesma cadeia produtiva que o MCI	Por possuírem grande similaridade com os veículos MCI, os híbrido compartilham de uma cadeia produtiva similar, facilitando sua adesão perante as montadoras.
6. Menor emissão de poluentes	Considerando o ciclo de vida dos veículos híbridos, os mesmos representam uma diminuição de 25,7% de produção de CO_2 quando comparado com o atual dominante de mercado (veículos a combustão interna).

Fonte: Autora (2023).

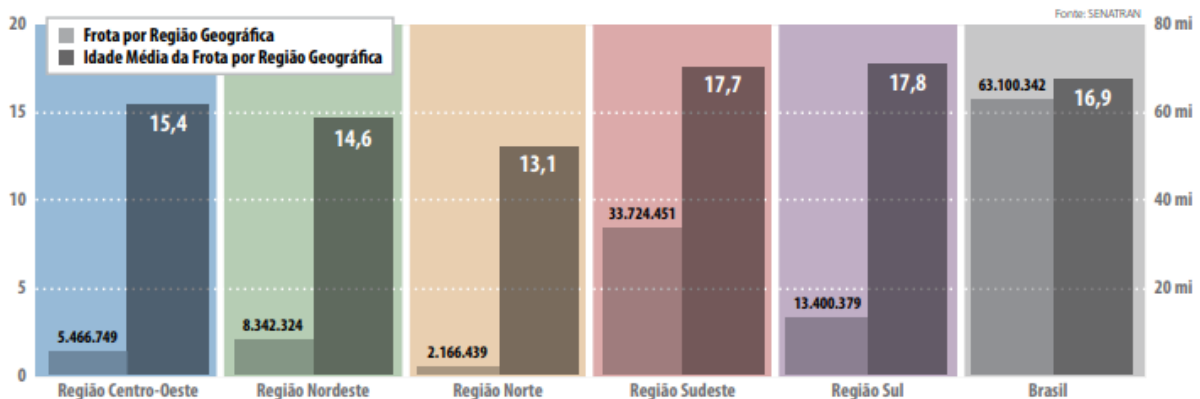
4.1.2 Análise das fraquezas

Mesmo que a autonomia geral do HEV seja um ponto forte do objeto de estudo, a autonomia individual relacionada a bateria é uma fraqueza, como o componente apresenta uma baixa densidade energética, sua autonomia é negativamente afetada, como previamente apontado, fazendo com que o uso do motor elétrico fique restrito na aplicação.

Com a relevância da bateria para o funcionamento do veículo híbrido, quando a sua vida útil se esgota (em aproximadamente 10 anos) o valor de revenda desses

veículos cai (BNDES, 2015, 2010). Levando em consideração o cenário nacional, no ano de 2022 a idade média da frota circulante não foi inferior a 16,9 anos, como apresentado na Figura 36, em conjunto a isso, segundo a Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores - FENABRAVE (2022), a comercialização de veículos leves com mais de 10 anos foi de 55,3% em 2022, evidenciando a fraqueza que a vida útil limitada das baterias representa para essa tecnologia.

Figura 36 - Frota circulante



Fonte: Fenabrave (2022).

Além disso, a cadeia de suprimentos das baterias está dispersa pelo mundo, onde os minérios utilizados podem viajar cerca de 80.467,2 km entre a extração e o local de produção de células de bateria. Entretanto, ao mesmo tempo que há essa dispersão, os pontos de extração estão concentrados em poucos países, fazendo com que essa conjuntura seja desfavorável à cadeia de suprimentos da bateria e eventualmente aos dependentes da mesma, como os veículos híbridos (Carreon, 2023).

Na sequência, ainda sobre as baterias, o risco de incêndio referente principalmente as de íon-lítio revela outra fraqueza do objeto de estudo, para o uso seguro de células de bateria, é necessário mantê-las em condições de tensão e temperatura pré-definidas, de forma que o desbalanço dessas condições podem gerar o início da queima das mesmas.

Em eventuais situações de incêndio, os gases liberados são tóxicos e devem ser tratados de maneira correta para evitar danos maiores, em somatório a isso, a mistura de gases tende a ser mais tóxica quando não está queimando, fazendo que

os mesmos se acumulem e sofram uma ignição retardada, ocasionando uma possível explosão em caso de locais confinados (Research Institutes of Sweden - RISE, 2019).

O próximo ponto de fraqueza está vinculado ao custo de aquisição do veículo, como os veículos elétricos são de alcance das classes A e B, os veículos a combustão permanecem em vantagem por abranger um público maior. Em Julho de 2023, o veículo convencional mais barato (Fiat Mobi 1.0 Like) custava em torno de R\$68.990,00, em Agosto de 2023, o mesmo automóvel estava partindo do valor de R\$69.990,00, já o veículo híbrido com menor valor em Agosto de 2023 foi o CAO A Ioniq Hybrid que custava a partir de R\$149.990,00, comprovando a discrepância de valores entre o convencional e o híbrido.

Por último, temos a fraqueza relacionada a manutenção, em contraponto com os veículos puramente elétricos que evidenciam uma maior economia na manutenção, visto que conta com menos componentes e não necessitam de trocas rotineiras de óleo e dentre outros aspectos, os veículos híbridos dispõe de uma maior complexidade relacionado a presença dos dois motores, a combustão e elétrico (Menezes, 2022). Levando isso em consideração, é necessários profissionais capacitados tanto em sistemas elétricos quanto mecânicos existentes nos HEV, uma vez que essa tecnologia possui características particulares que não há em veículos convencionais, evidenciando a fraqueza apontada (Bravo; Meirelles; Giallonardo, 2014).

À vista disso, temos o Quadro 3 que apresenta as fraquezas apontadas acima.

Quadro 3 - Fraquezas dos Veículos Híbridos

Fraquezas	
1. Bateria	Com a importância da bateria para o HEV, a sua baixa autonomia devido a densidade energética e sua vida útil, impactam na propagação desses veículos.
2. Cadeia de suprimentos da bateria	A dispersão da cadeia de suprimentos da bateria conjuntamente com a extração de minérios concentrados em poucos países afetam negativamente os seus dependentes.
3. Risco de incêndio	Devido a presença das baterias, principalmente as de íon-lítio, existe a possibilidade de incêndios relacionados a esse componente.
4. Manutenção	Com a presença do sistema do MCI e do ME, a manutenção se mostra mais complexa do que a dos veículos convencionais e dos puramente elétricos.

Fonte: Autora (2023).

4.1.3 Análise das oportunidades

Como primeira oportunidade levantada, a não dependência de uma infraestrutura externa para o carregamento do veículo híbrido posiciona essa tecnologia em vantagem, facilitando a sua aderência ao mercado sem a necessidade de uma adaptação com a inserção de pontos de recarga elétrica, como necessário para os veículos híbridos plug-in's e puramente elétricos. Dessa forma, os investimentos referentes a implementação dessa infraestrutura que está na faixa de milhão de dólares, como apresentado anteriormente, poderia ser poupado.

Outra oportunidade apresentada é o fato de estudos voltados aos motores a combustão interna não representarem uma ameaça à consolidação dos veículos híbridos. Esse ponto está relacionado com um dos entraves apresentados referente ao cenário elétrico, onde o Rota 2030 é um exemplo de projeto que faz o movimento contrário a adesão dos veículos elétricos, entretanto, como os HEV tem por contexto funcionarem em conjunto com o motor a combustão, esse movimento não traz um desestímulo para o híbrido, uma vez que o mesmo pode se beneficiar dos aperfeiçoamentos.

Quando enunciado neste trabalho sobre o trancamento tecnológico, apontou-se a relação entre os consumidores e o seu movimento de manter-se com a tecnologia dominante por fatores devidos a tempo e dinheiro investido, assim como, os benefícios que os produtores usufruem a partir de uma produção estabelecida e dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento.

Dessa maneira a coexistência das duas tecnologias apontadas, respeitam o movimento do usuário, que continua consumindo um veículo com parte da propulsão conhecida e dos produtores, que através da similaridade entre as cadeias de suprimento dos convencionais e dos híbridos, ajustam-se de forma a agregar o que existe com os componentes novos necessários, sem necessidade de uma reformulação completa como no caso dos veículos puramente elétricos, destacando a oportunidade do contexto híbrido.

No item “Entraves e incentivos” deste trabalho levantou-se a questão das crescentes pesquisas sobre os biocombustíveis no Brasil, onde segundo EPE (2023a), esse movimento não representava uma dualidade entre esses combustíveis

e a eletrificação, todavia a capacidade de produção e o parque fabril nacional propiciava a discussão sobre um lock-in dos veículos elétricos.

Dentro deste ponto, revela-se a última oportunidade elencada, visto que o uso de combustíveis renováveis proporciona soluções para a descarbonização, diminuindo o impacto negativo dos motores a combustão, em conjunto com uma melhora da eficiência energética e de custos desse componente, o uso do MCI aprimorado com o biocombustível, aumentaria os pontos fortes dos veículos híbridos tornando-o ainda mais atrativo para o uso.

Em síntese, temos o Quadro 4 com os fatores discutidos acima.

Quadro 4 - Oportunidades dos Veículos Híbridos

Oportunidades	
1. Não dependência da infraestrutura de recarga elétrica	Os HEV não plug-in's não necessitam de uma fonte externa para realizar recarga, não necessitando de infraestruturas adicionais para o seu uso como os plug-in's.
2. Estudos relacionados ao MCI não são prejudiciais a consolidação dos HEV	Levando em consideração que os veículos híbridos utilizam dos MCI's, aprimoramentos podem ser utilizados em benefício dos HEV.
3. Efeito do trancamento tecnológico	Como a tecnologia híbrida coexiste com a combustão, o trancamento tecnológico provocado pela tecnologia consolidada não provoca o apagamento dos veículos híbridos.
4. Pesquisas em biocombustíveis	Proporciona uma melhora nos índices de emissões existentes pelo MCI, reduzindo as emissões já menores dos HEV.

Fonte: Autora (2023).

4.1.4 Análise das ameaças

No âmbito das ameaças, a primeira delas está conectada com as oscilações dos preços dos combustíveis, como o veículo híbrido atualmente depende do uso de combustíveis fósseis para a MCI, a volatilidade referente ao produto diminui a atratividade pelos HEV e aumenta a busca por alternativas, como os veículos elétricos puros. Por exemplo, frotas de empresas que demandam o abastecimento contínuo e uso rotineiro dos veículos, podem ter grande impacto nos custos operacionais, possibilitando cenários para a ascensão dos VEs (PNME, 2023).

Os veículos elétricos são pontuados neste trabalho como aqueles que proporcionam a locomoção com nenhuma produção de gases de efeito estufa, se mostrando como principal tecnologia para a descarbonização do setor dos

transportes. Por conta disso, como os veículos híbridos não possuem essa característica, tem-se uma ameaça para a consolidação da tecnologia como alternativa sustentável referente ao combate aos GEEs.

Para uma adesão significativa da tecnologia em estudo, é fundamental políticas públicas e incentivos significativos que estimulem os veículos híbridos (EPE, 2018). Atualmente, são poucas as políticas nacionais que são focalizadas nesse segmento da indústria automotiva, temos como exemplo a Resolução CAMEX nº 97 de 26 de outubro de 2015, a qual visa eliminar o imposto de importação de veículos com motorização elétrica, incluindo os híbridos.

Além disso, políticas estaduais referentes a isenção total ou parcial de IPVA são vistas, no estado de São Paulo existe o Programa Pró Veículo Verde que visa incentivar a produção de veículos automotores menos poluentes. Porém, em esfera federal é visto a ausência de políticas focalizadas na propagação dessa tecnologia, tal qual em nível estadual, que são notados poucos incentivos fiscais e regulatórios, logo a falta desse aparato governamental revela uma ameaça para a expansão dos veículos híbridos (PNME, 2023).

O Brasil possui uma matriz energética fundamentada em energia limpa, onde 64,9% dela está vinculada com a energia hidrelétrica, apontada previamente, de maneira a ser um grande incentivo para a eletromobilidade, visto que o seu uso associado a veículos híbridos plug-in's e puramente elétricos poderia representar uma redução mais efetivas das emissões GEE (PNME, 2023). Bem como, o uso dos VEs promoveria uma descarbonização, a partir de um ciclo de vida limpo, pois a geração de energia elétrica é proveniente de uma matriz limpa (Brasil, 2018), revelando uma possível ameaça para os HEVs.

Em prosseguimento, a tendência mundial é buscar a mitigação dos gases de efeito estufa chegando a patamares de zero emissão provenientes do setor de transportes, um exemplo disso é encontrado na União Europeia, a qual redefiniu padrões de emissões de CO_2 , exigindo que carros e vans reduzam de 55% a 50% suas emissões até 2030 e 100% até 2035. Olhando para os Estados Unidos, o California Air Resources Board definiu que a partir de 2035 todos os carros vendidos devem ser zero emissões ou PHEV, sustentando assim metas que contribuam para a mitigação total das emissões (IEA, 2023a).

Atualmente, como os veículos híbridos não se encaixam em zero emissões e pelo Brasil ter se comprometido em reduzir em 43% das emissões até 2030, tem-se a

adoção dos PHEV e BEV como mais vantajosa que os híbridos, trazendo uma posição de ameaça para o grupo dos veículos híbridos não plug-in's.

O objeto de estudo, veículos híbridos não plug-in's, foi definido a partir de sua relevância e da sua grande participação na frota de automóveis no Brasil, sendo o representante mais efetivo do grupo de automóveis elétricos neste território. Em Julho de 2023 as vendas de eletrificados leves dispararam cerca de 138% na comparação com Julho de 2022, confirmando uma tendência de fortificação da eletromobilidade no país (Associação Brasileira do Veículo Elétrico - ABVE, 2023).

Contudo, os veículos elétricos plug-in's é que tiveram maior destaque com um aumento de 250% de emplacamentos em relação a Julho de 2022, em seguida dos BEV com um aumento de 116% nesse mesmo período (ABVE, 2023). Com os veículos híbridos não plug-in's aumentando somente 54%, tem-se uma inclinação de queda no mercado dessa tecnologia, representando uma possível ameaça de substituição para categorias como o PHEV e BEV.

Anteriormente apontado, a bateria é um dos principais componentes do motor elétrico, nos veículos híbridos há duas possibilidades de bateria, a de níquel-hidreto metálico (NiMH) ou a de íon-lítio (BNDES, 2013). Como dito, um possível desarranjo entre oferta e demanda desse componente é previsto, em conjunto com a tendência de aumento do preço de metais e minerais, afetando no valor final, visto que 63% do custo das baterias está relacionado com essas matérias primas (EPE, 2023a).

Visando a sustentabilidade dos HEV a logística reversa para as baterias é uma opção importante para assegurar benefícios para a indústria, como o reaproveitamento dos componentes e o controle para a não contaminação de recursos naturais (EPE, 2018). Tendo em vista isso, as baterias de íon-lítio, por exemplo, contam com variados componentes que dificultam o processo de reciclagem, aliado a isso, poucas empresas desempenham esse processo no mundo.

Com isso, como no Brasil atualmente não há políticas ambientais específicas sobre o descarte e reciclagem desse componente, o planejamento da logística reversa e das ações pós uso da bateria são prejudicados, desencadeando em uma ameaça para a tecnologia, visto que possíveis impactos ambientais relacionados ao componente são suscetíveis de acontecer.

O próximo ponto de ameaça está vinculado ao custo de aquisição do veículo, como os veículos elétricos são de alcance das classes A e B, os veículos a combustão permanecem em vantagem por abranger um público maior. Em Julho de 2023, o

veículo convencional mais barato custava em torno de R\$68.990,00, em Agosto de 2023, o mesmo automóvel estava partindo do valor de R\$69.990,00, já o veículo híbrido com menor valor em Agosto de 2023 foi o CAO A Ioniq Hybrid que custava a partir de R\$149.990,00, comprovando a discrepância de valores entre o convencional e o híbrido.

Em conclusão, temos o Quadro 5 com as ameaças apresentadas.

Quadro 5 - Ameaças dos Veículos Híbridos

Ameaças	
1. Oscilações dos preços dos combustíveis	Como o HEV utiliza do motor a combustão, possíveis altas nos preços dos combustíveis afetam negativamente a adesão dessa tecnologia.
2. Veículos elétricos funcionam com zero emissões de GEE	Do ponto de vista ambiental, os veículos elétricos possuem vantagem por não emitirem GEE durante o uso do veículo, diferentemente dos veículos híbridos.
3. Leis nacionais não foram criadas para o incentivo do uso	Políticas de incentivos são fundamentais para novas tecnologias, atualmente não há leis significativas que incentivem o cenário dos veículos híbridos.
4. Fontes de energia limpa no Brasil poderiam impulsionar para o maior uso de veículos puramente elétricos	A matriz energética brasileira é baseada em energia limpa, trazendo benefícios para a adesão de veículos elétricos visto que os mesmos dependem diretamente desse fator.
5. Metas de emissão de GEE zero provenientes do setor de transportes	A tendência mundial é de mitigar para zero as emissões de gases de efeito estufa, de forma a não dar espaço para tecnologias como a dos veículos híbridos que durante o seu uso produzem tais emissões.
6. Maior incentivo ao uso dos híbrido plug-in's e o seu aumento de vendas	Os veículos híbridos plug-in's em julho de 2023 representaram um aumento de 250% nas vendas se comparado com o mesmo mês do ano anterior. Já os HEV aumentaram somente 54%.
7. Aumento no custo de produção das baterias	Com o predomínio do uso das baterias de NiMH e de íon-lítio, a dependência aos metais como níquel e lítio, interferem diretamente no preço final do veículo.
8. Descarte das baterias	A falta de uma legislação concreta sobre o destino das baterias, pode ser uma fraqueza em relação à sustentabilidade do veículo elétrico em geral.
9. Custo de aquisição elevado	O valor do veículo convencional é mais atrativo que o do veículo híbrido.

Fonte: Autora (2023).

4.2 CLASSIFICAÇÃO DOS FATORES

Com os itens da matriz SWOT devidamente definidos, nesta seção é realizada a ponderação e classificação dos mesmos, resultando em um quadro que apresenta os fatores do mais relevante para o menos. Como descrito na metodologia, os pontos serão validados de acordo com sua magnitude, que diz sobre a intensidade com que o elemento afeta o setor, e a importância, que mensura a prioridade atual deste elemento dentro do setor de estudo.

Dessa forma, pautada em toda base teórica apresentada neste trabalho e através da avaliação da autora, definiu-se os respectivos pesos para magnitude e importância, os quais foram validados a partir do referencial teórico apontado nas justificativas de cada ponderação.

Nas seções abaixo são apresentados os fatores e seus respectivos valores de magnitude (M), importância (I) e o produto desses dois valores (C).

4.2.1 Ponderação das forças

A ponderação das forças é indicada na Tabela 4.

Tabela 4 - Classificação das forças da matriz SWOT

Forças	Magnitude (M)	Importância (I)	C = M x I
1. Autonomia	3	3	9
2. Recarga/Reabastecimento	3	1	3
3. Eficiência energética	2	2	4
4. Economia de combustível	3	2	6
5. Utiliza da mesma cadeia do MCI	3	2	6
6. Menor emissão de poluentes	1	3	3

Fonte: Autora (2023).

O primeiro item avaliado das forças é a autonomia do veículo, seu grau de magnitude foi 3 e de importância 2, devido aos argumentos apresentados sobre esse ponto na seção “Vantagens dos veículos a combustão interna” e na de “Análise das forças”. Em suma, uma alta autonomia possibilita o uso do veículo sem a necessidade de constantes paradas para reabastecimento, um veículo híbrido que faz parte do

contexto de veículos elétricos, demonstrando uma boa autonomia, diminui o efeito da range anxiety do usuário e conseqüentemente a captação de clientes é afetada com grande intensidade.

Em 2019, um estudo realizado pela KBB Brasil demonstrou que a média de quilômetros percorridos anualmente por veículos de passeio pequeno era de 13.000 km, considerando esse valor, diariamente são 35 km rodados por usuário (Gazeta do Povo, 2019). De acordo com a NeoCharge (2023b), o pior dos cenários em relação a autonomia do HEV é de 400 km e do BEV de 100 km, com isso, temos que um usuário do veículo híbrido precisa reabastecer novamente seu automóvel depois de 11 dias e o motorista de um veículo puramente elétrico, tem essa necessidade a cada 2 dias, evidenciando a relevância da autonomia.

Mesmo que a autonomia não seja uma questão problemática para os HEVs e que segundo o BNDES (2013), às questões tecnológicas que os cercam foram reduzidas, compreende-se que os estudos acerca da melhoria da autonomia das baterias está em evidência para o setor através dos investimentos nas pesquisas relacionadas ao componente (Costa, 2022), demonstrando que há um alto grau de importância para esse ponto quando visto da ótica da bateria.

A estimativa acima é também um argumento para o ponto ponderado em relação a recarga/reabastecimento, devido essa grande diferença do período de tempo necessário para cada tipo de veículo conjuntamente com a independência da infraestrutura de recarga, o HEV se destaca positivamente de forma que sua magnitude foi definida como de grau 3 e sua prioridade atual de grau 1.

A importância foi baixa, justamente porque essa força foi definida principalmente sobre a relação com a infraestrutura de abastecimento, de modo que devido a consolidação dos postos de combustíveis e de que a bateria do motor elétrico não necessita de uma fonte de recarga externa, essa força não é um elemento que requer grande prioridade atual de foco, visto que está bem estruturada.

A eficiência energética foi classificada com o valor de 2 para magnitude e importância, os pesos foram definidos dessa forma pois, como o veículo convencional apresenta baixa eficiência, porém, é líder do mercado automotivo atual, esse ponto é superado por outras características que o veículo pode proporcionar, mesmo assim entende-se que há um constante busca pela melhoria desse item, relevando a média importância.

Tendo em conta isso, quando avaliado essa eficiência em relação a economia de combustível que a mesma pode agregar, em conjunto com outras funcionalidades do HEV, como a frenagem regenerativa apontada anteriormente, a intensidade que a economia de combustível em si possui, foi ponderada como uma alta magnitude, visto que essa característica faz com que o HEV apresente uma maior vantagem em relação ao dominante de mercado MCI e que afeta diretamente a economia final para o consumidor.

Segundo Oliveira (2019), a aplicação de modelos híbridos leve e médio é uma alternativa viável para a melhoria do consumo de combustível. Sendo que, 83% dos usuários que comprariam um veículo elétrico ou híbrido justificam essa escolha pela economia de combustível proporcionada por essas tecnologias (ANFAVEA, 2022).

Ainda sobre a economia de combustível, o grau de importância foi dado como 2 pautado na justificativa de que, com o preço alto dos veículos híbridos, a faixa da população que possui condição para a compra desses automóveis é de renda relativamente alta (classe A e B), sendo que se usarmos como estimativa que segundo a Medida Provisória nº 1.132, o consumidor não pode ter mais que 40% da sua renda líquida mensal relacionada com empréstimos, somente consumidores com renda de aproximadamente R\$374.975,00 poderiam comprá-los (Ramos, 2022).

Considerando que rendas mais baixas possuem maiores preocupações com constantes melhorias da economia de combustível, o setor dos veículos híbridos pode ter outras prioridades mais urgentes do que esse ponto em si, visto que seu público alvo atual possui o ponto de menor consumo de combustível suprido com a tecnologia presente, justificando o caráter médio de importância atribuído.

Na sequência temos a utilização da mesma cadeia de suprimentos do MCI, esse fator foi definido com magnitude de 3 e importância de 2, alta intensidade porque essa similaridade proporciona menores impactos em todo o setor automotivo e promove a facilidade de adesão da tecnologia, como mencionado na seção 4.1.1.

Em relação a importância, Mello, Marx e Souza (2013) apontam que a indústria automotiva segue caminhos cruzados, onde há investimentos no desenvolvimento da tecnologia híbrida em conjunto com contínuas medidas que focalizam no MCI, desse modo, evidencia-se uma prioridade média em medidas voltadas em modificar a situação atual sobre a cadeia de suprimentos do HEV.

Por fim, a menor emissão de poluentes do HEV foi argumentada na de “Análise das forças” é apontada sua vantagem sobre o MCI, entretanto, foi ponderada

uma baixa magnitude para esse item por conta de que os usuários optam pela compra de um veículo híbrido/elétrico devido principalmente a economia de combustível, como citado acima, ao invés de causas relacionadas ao meio ambiente (ANFAVEA, 2022). Em conjunto a isso, não há uma significativa consciência social sobre as emissões e os níveis de poluição relacionados ao uso de veículos no Brasil, diminuindo a intensidade que esse ponto afeta os veículos híbridos (Mello; Marx; Souza, 2013).

Em contraponto com a magnitude, a importância foi ponderada como alta devido às tendências externas sobre a mitigação dos gases de efeito estufa, como por exemplo, o objetivo definido pela União Europeia que busca uma economia com zero emissões de gases do efeito estufa até 2050, incluindo nesse plano o setor de mobilidade (European Commission, 2023), fazendo com que internamente esse seja um ponto de prioridade atual para atender eventuais demandas que possam ser refletidas no Brasil.

4.2.2 Ponderação das fraquezas

A Tabela 5 apresenta a ponderação das fraquezas.

Tabela 5 - Classificação das fraquezas da matriz SWOT

Fraquezas	Magnitude (M)	Importância (I)	C = M x I
1. Bateria	-2	3	-6
2. Cadeia de suprimentos da bateria	-3	3	-9
3. Risco de incêndio	-1	1	-1
4. Manutenção	-1	3	-3

Fonte: Autora (2023).

Quando argumentado a fraqueza gerada pela bateria, pontuou-se dois aspectos, a autonomia e a sua vida útil, mesmo que a autonomia das baterias seja baixa, seu efeito sobre o contexto do HEV é menor por conta da não dependência completa desse componente como no BEV, entretanto, a vida útil baixa quando relacionada ao cenário brasileiro, o qual foi pontuado a idade média da frota circulante em 2022 ser no mínimo 16,9 anos, é um aspecto de maior importância visto que afeta

no valor de revenda dos veículos, sendo assim, quando balanceado esses dois aspectos, a média magnitude foi definida.

Por outro lado, a prioridade desse elemento é alta devido ao constante investimento no desenvolvimento de melhorias das baterias, principalmente no aspecto dos dois pontos apresentados, evidenciando que há uma importância para o setor dos veículos elétricos em geral, o qual o híbrido faz parte (BNDES, 2013). Um exemplo desse movimento é a General Motors se tornar a principal investidora de uma startup especializada em baterias, a Mitra Chem, buscando assim impulsionar melhorias para o componente em questão (Matsubara, 2023).

A cadeia de suprimentos das baterias possui a característica de ser dispersa por conta dos minérios que viajam milhares de quilômetros do local de extração até o de produção e ao mesmo tempo concentrada em poucos países, como na China que representa 75% da capacidade de produção de células de bateria do mundo (IEA, 2022). Devido a essa centralização, custos logísticos afetam diretamente no valor da bateria e conseqüentemente do veículo, justificando a alta magnitude definida.

Devido a essa monopolização da produção de baterias, as organizações dentro do setor automobilístico demonstram ações que visam a expansão da fabricação desses componentes, como a WEG que anunciou a expansão da capacidade de produção de baterias de lítio no Brasil (WEG, 2023), validando a alta prioridade da cadeia de suprimentos das baterias dentro do contexto da mobilidade elétrica.

Em termos de risco de incêndio, segundo RISE (2019), não há provas que comprovem que os VEs, incluindo os híbridos, sejam menos seguros que os veículos convencionais, como a inclusão dessa tecnologia está acontecendo, eventualmente o aumento de acidentes ocorrerão, de forma que as medidas de aprimoramento de segurança serão implementadas durante esse processo.

Em adição, a Allgemeiner Deutscher Automobil Club (ADAC) (2023) em um estudo preliminar, apontou que os veículos elétricos têm menos chances de avarias que os convencionais e ponderou que os elevados valores de compra dos VEs proporcionam aos fabricantes maiores investimentos em segurança. Dessa forma, a magnitude e importância foram baixas por conta desse fator não ser necessariamente crítico/ganhador de mercado para o segmento.

Na análise das fraquezas, pontuou-se a complexidade da manutenção dos veículos híbridos e a necessidade de profissionais capacitados para trabalharem com

essa tecnologia. Como citado acima, esse segmento de automóveis ainda é voltado para uma classe com maior poder aquisitivo, onde fatores como valor da manutenção não afetariam de maneira tão significativa a adesão da tecnologia, devido a isso o grau de magnitude baixo pontuado.

Em relação a alta importância definida, a mesma é pautada no argumento de que para a propagação da tecnologia, os diversos segmentos envolvidos com o setor automotivo necessita investir em soluções para suprir as demandas dessa tecnologia. Por conta disso, para além das fabricantes, em grandes centros urbanos profissionais buscam se capacitar para oferecer serviços de manutenção em oficinas independentes, evidenciando essa prioridade (Lalli; Sá, 2021).

4.2.3 Ponderação das oportunidades

Na sequência, Tabela 6, temos a ponderação das oportunidades.

Tabela 6 - Classificação das oportunidades da matriz SWOT

Oportunidades	Magnitude (M)	Importância (I)	C = M x I
1. Não dependência da infraestrutura de recarga elétrica	3	1	3
2. Estudos relacionados ao MCI não são prejudiciais para a consolidação do HEV	3	3	9
3. Efeito do trancamento tecnológico	1	1	1
4. Pesquisas em biocombustíveis	3	3	9

Fonte: Autora (2023).

Para essa nova classe de fatores, temos a não dependência da infraestrutura de recarga externa, a magnitude de grau 3 foi atribuída porque uma das principais questões dos consumidores de VEs é que a infraestrutura de recarga não acompanha o crescimento de mercado desses automóveis, revelando ser uma das principais barreiras de expansão desse segmento (PNME, 2023). Em consequência, a alta intensidade de impacto desse fator, mostra que como os veículos elétricos não plug-in's não possuem essa limitação, há um ganhador de mercado relevante para o Brasil.

A importância para esse ponto foi considerada baixa, em razão do destaque do aumento de 250% de emplacamentos de PHEV se comparado com os 54% do HEV, como previamente apontado na análise das ameaças, em conjunto, temos que

o PNME (2023) revelou que as projeções para as taxas de crescimento do mercado de HEV apontam um desempenho inferior ao BEV e PHEV, em todos os períodos e cenários. Mesmo que o número de unidades e volumes de frotas sejam maiores para essa categoria, a taxa anual de expansão desses outros segmentos dos VEs são promissoras.

Desse modo, as projeções positivas para as tecnologias que dependem de uma infraestrutura de recarga revelam que a prioridade está na consolidação dessa infraestrutura, trazendo assim uma prioridade baixa para esforços que estão no sentido contrário a esse movimento, como os HEVs.

O fator seguinte diz sobre os estudos para o aprimoramento do MCI não afetarem negativamente os HEVs, para isso a magnitude foi considerada alta de forma positiva porque a hibridização é beneficiada pelas melhorias acerca dos motores a combustão, onde a ambiguidade das montadoras acerca da transição rápida para a eletrificação, faz com que no contexto latino-americano o incentivo ao veículos elétricos puros seja menor, abrindo espaço para soluções menos radicais, como os híbridos (Jones, 2023).

Dessa forma, a prioridade para o setor é evidente, visto que o autor Wolfenbuttel (2022), identifica que o Rota 2030 apresenta o estímulo que favorece o predomínio do MCI, com foco nos automóveis híbridos flex, além disso, o mesmo afirma que as políticas setoriais automotivas tendem a beneficiar a tecnologia dominante e seus inovações incrementais, como o HEV flex.

O fenômeno do trancamento tecnológico foi abordado na seção de “Entraves e incentivos” deste trabalho, sendo assim, entende-se que o setor automotivo é formado por diversos sistemas, os quais são fortemente conectados e que revelam uma resistência ao rompimento de suas estruturas consolidadas (Baran, 2012). Dessa forma, como argumentando previamente sobre a similaridade entre as cadeias de suprimentos e o benefício de pesquisas na área do MCI para os híbridos, justifica-se a magnitude e importância baixa do trancamento tecnológico perante os HEV.

Os híbridos flex mencionados acima são uma possibilidade real do futuro do setor automotivo, segundo PNME (2023) a hibridização mostra-se relevante principalmente quando há a combinação com os biocombustíveis (como o etanol), tecnologia que o Brasil é referência internacional. Dessa forma, expõe-se a possibilidade de outras rotas além da eletrificação completa da frota para a mitigação das emissões provenientes dos automóveis.

Assim, a união do HEV com o etanol, por exemplo, representa uma possibilidade positiva para o cenário nacional, onde através da combinação das duas tecnologias há o aproveitamento de todo o conhecimento, da competência de empresas locais, da infraestrutura e da cadeia de valor que foi desenvolvida com o etanol (Masiero, 2017). Logo, a magnitude e importância das pesquisas desses combustíveis renováveis são de alto grau, revelando uma oportunidade de ascensão dos HEV.

4.2.4 Ponderação das ameaças

A ponderação das ameaças é apresentada na Tabela 7.

Tabela 7 - Classificação das ameaças da matriz SWOT

Ameaças	Magnitude (M)	Importância (I)	C = M x I
1. Oscilações dos preços dos combustíveis	3	2	6
2. Veículos elétricos funcionam com zero emissões de GEE	2	2	4
3. Leis nacionais não foram criadas para o incentivo do uso	3	2	6
4. Fontes de energia limpa no Brasil poderiam impulsionar para o maior uso dos veículos puramente elétricos	3	3	9
5. Meta de emissões de GEE zero provenientes do setor dos transportes	3	2	6
6. Maior incentivo ao uso dos híbridos plug-in's e o seu aumento de vendas	3	2	6
7. Aumento no custo de produção das baterias	3	3	9
8. Descarte das baterias	2	1	2
9. Custo de aquisição elevado	3	2	6

Fonte: Autora (2023).

O preço dos combustíveis tem alta magnitude porque sua oscilação, principalmente para a condição de elevação, favorece a penetração dos veículos puramente elétricos, ocasionado pelo maior custo vinculado ao combustível quando se comparado com o da energia elétrica. Por conta disso, as empresas de combustíveis estão adentrando a realidade da mobilidade elétrica, como o grupo Vibra, uma das maiores distribuidoras de combustíveis do Brasil, que abriu seu primeiro posto de recarga ultrarrápida (PNME, 2023).

Esse tipo de movimento demonstra uma importância para esse setor, tendo sido ponderada como média, uma vez que as mudanças estão sendo feitas a passos lentos mas com a tendência de integração das mesmas ao novo contexto.

De acordo com BNDES (2018), um dos principais influenciadores das mudanças da indústria automotiva são os efeitos da mudança climática e a redução das emissões de gases do efeito estufa, sinalizando que o veículo elétrico é um possível responsável por uma nova revolução automotiva. É fato que os veículos híbridos não representam um funcionamento com zero emissões de GEE como os puramente elétricos, esse fator pode ser considerado crucial quando visto do ponto de vista de medidas necessárias para a redução de emissões em regiões urbanas, como a de São Paulo (Brasil, 2018).

Entretanto, visto o contexto brasileiro e as promoções voltadas às melhorias no aspecto das emissões, as mesmas estão relacionadas aos híbridos e aos biocombustíveis, desse modo ponderou-se essa ameaça como de grau médio para a magnitude e importância.

No contexto nacional não há um consenso entre empresas, órgãos de governo e demais atores sobre como deveria acontecer a transição da indústria automotiva para os VEs, onde esses veículos não fazem parte da pauta nacional que propicia caminhos de sua real implementação (Brasil, 2018). O presidente da ANFAVEA, pontuou que é necessário retomar o Imposto de Importação (IPI) de 35% para modelos elétricos e híbridos, visto que no momento presente, essa categoria contava com a isenção do IPI, representando um incentivo a produção local dos VEs (ANFAVEA, 2023c).

Entretanto, como não há medidas significativas que proporcionem isso, pode significar uma preservação do setor automotivo atual que é predominantemente a combustão, impactando com alta magnitude a expansão da categoria elétrica, incluindo a híbrida no Brasil. O BNDES (2010) enfatiza que as políticas públicas são fundamentais para definir a inserção da indústria local na realidade advinda dos veículos elétricos, a eficácia das ações dependem de um projeto articulado e a longo prazo.

Por essa razão, a importância foi estipulada média porque as análises revelam que a política automotiva nacional recente não é suficiente para promover melhorias de produtividade, competitividade, aumento de exportação, produção de VEs, competitividade de atração de investimento estrangeiro (Brasil, 2018). Demonstrando

que não há uma preocupação urgente do setor nacional em implementar políticas e leis que incentivem o uso dos veículos híbridos.

Como pontuado na análise das ameaças, a matriz energética do Brasil tem uma grande parcela advinda de energia limpa isso possibilita que os VEs possuam uma cadeia de fornecimento de energia benéfica para o meio ambiente, fazendo com que a eletromobilidade no Brasil seja mais significativa que em países com uma matriz energética baseada em recursos fósseis (Brasil, 2018). Logo, existe uma alta intensidade de relevância desse fator para a expansão de veículos elétricos como o BEV e o PHEV.

Levando isso em consideração, para propiciar o uso das fontes renováveis tem-se uma projeção positiva no número de pontos de recarga para os VEs, sendo que há estimativas que demonstram que as taxas de crescimento de eletropostos são superiores a de vendas dos BEV e PEHV, evidenciando um possível aumento do protagonismo das montadoras no desenvolvimento da infraestrutura de recarga do país, justificando a prioridade alta sobre a existência das fontes renováveis e formas de como usufruir das mesmas (PNME, 2023).

Avaliando as motivações das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC) do grupo de países da América Latina e Caribe, tem-se que dos 33 países da região, 27 deles priorizam o setor de transportes para cumprir a redução de emissões, sendo que nas NDCs de segunda geração, 64% dos países definiram metas relacionadas aos veículos de zero emissões (PNME, 2023). Em conjunto com os dados previamente apresentados sobre metas de zero GEE em outras localidades do mundo, fica evidente que há uma tendência de intensificação dessas metas para o setor de transporte, trazendo um cenário que pode afetar intensamente o contexto dos veículos híbridos.

O Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM) aprovou a resolução que determina que o país está retomando o nível de ambição apresentado em 2015 no Acordo de Paris, ou seja, em questões de emissões tem-se como meta a redução de 37% até 2025 e 43% até 2030. Além disso, foram enumeradas medidas como a ampliação do percentual de biodiesel, com o Projeto de Lei do Combustível do Futuro (Brasil, 2023a).

Logo, mesmo que sejam vistos esses movimentos de busca de redução de emissões, não há promoções que visam a redução até o patamar zero no Brasil, como as demais ações internacionais previamente apontadas, por essa razão, o grau de

importância foi definido como médio, considerando que as metas do Acordo de Paris e as novas propostas, como a ampliação do biodiesel não expõe a prioridade do setor em investir em tecnologias de zero emissão.

De acordo com o BNDES (2018), existe um direcionamento de maior apoio aos elétricos puros e não aos híbridos, através de incentivos de várias naturezas como financeira, fiscal ou não monetária. Em fortalecimento a isso, montadoras de luxo como a BMW e Mercedes não contam com veículos híbridos no seu portfólio, bem como, fabricantes populares como a GM e a FIAT também não.

Tendo em conta isso, em conjunto com as estatísticas de venda dos PHEVs e BEVs, fica evidente que há um movimento do mercado em focalizar em tecnologias que não sejam a de híbridos não plug-in, trazendo então, a alta magnitude que esse fator afeta na expansão dos HEVs, bem como a média prioridade que esse segmento de VEs possui, média porque há os argumentos relacionados às pesquisas do híbrido flex em consonância com o fator negativo discorrido.

Os veículos elétricos possuem preços elevados, sendo a bateria a principal fonte desse custo, esse movimento acontece principalmente devido ao valor da matéria-prima e seu processamento, correspondendo a 63% do custo deste componente, este fator revela um dos principais inibidores à adoção dos VEs (BNDES, 2018; EPE, 2023a). Em razão dessa conexão direta no preço de venda dos veículos, tem-se uma alta magnitude e como há incentivos de pesquisa nessa área, como já apresentado neste trabalho, existe uma alta prioridade desse fator para o setor.

Como discorrido no tópico de análise das ameaças, há um grau de dificuldade no processo de reciclagem das baterias e poucas empresas realizam essa atividade, por mais que esse seja um ponto de ameaça para a indústria, não há um efeito grande que impeça a expansão dos HEVs atualmente, entretanto, projeções indicam que a existência de cerca de 30 mil toneladas de baterias em final de vida útil no país (Gandra, 2023).

Desse modo, a média magnitude foi atribuída levando em consideração esses dois pesos do descarte das baterias, sendo um deles a pouca influência no desenvolvimento dos HEVs e o outro o problema da quantidade de baterias em final de vida útil que poderá ser um problema relevante em breve.

Para que haja uma logística reversa desse componente, é necessário políticas públicas regulatórias adequadas, o Brasil conta com uma política para as baterias automotivas, porém, as baterias utilizadas nos MEs são diferentes, demandando de

regulamentações específicas (Gandra, 2023). Em razão disso, o grau de importância foi ponderado como baixo, mesmo que internacionalmente existam mais medidas referentes a esse fator, no Brasil, o cenário é diferente, contando atualmente somente com o Projeto de Lei nº 2327, de 2021 que está em tramitação, o qual visa determinar uma logística reversa para as baterias dos VEs (Brasil, 2023b).

O problema do custo de aquisição do veículo híbrido foi apresentado anteriormente, destacando a questão que somente parcelas específicas da sociedade têm condições para adquirir esse tipo de veículo, de forma a afetar a decisão de consumidores (PNME, 2023). No ano de 2023, houveram diminuições nos preços dos veículos elétricos, onde a Renault reduziu em R\$10.000,00 o valor do Kwid E-Tech, por exemplo (NeoCharge, 2023c).

Mesmo com essas reduções, ainda não há uma paridade de preços entre modelos elétricos/híbridos e a combustão, atingindo assim com alta magnitude o setor estudado. Além disso, medidas como a volta da cobrança do IPI sobre esses modelos pode aumentar novamente os valores, caso a indústria nacional não consiga promover uma produção local, de modo que a prioridade do setor foi ponderada como média.

4.3 CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS E ANÁLISE DO POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO

Com os cálculos realizados, formulou-se a Tabela 8 que apresenta a categorização dos resultados de acordo com o seu nível de relevância, ou seja, o produto entre a magnitude e importância, sendo os fatores apresentados do maior para o menor.

Tabela 8 - Categorização dos resultados

(continua)

Forças	C
1. Autonomia	9
4. Economia de combustível	6
5. Utiliza da mesma cadeia do MCI	6
3. Eficiência energética	4
2. Recarga/Reabastecimento	3
6. Menor emissão de poluentes	3
Fraquezas	C
2. Cadeia de suprimentos da bateria	-9
1. Bateria	-6
4. Manutenção	-3

3. Risco de incêndio	-1
Oportunidades	C
2. Estudos relacionados ao MCI não são prejudiciais para a consolidação do HEV	9
4. Pesquisas em biocombustíveis	9
1. Não dependência da infraestrutura de recarga elétrica	3
3. Efeito do trancamento tecnológico	1

Tabela 8 – Categorização dos resultados

(conclusão)

Ameaças	C
4. Fontes de energia limpa no Brasil poderiam impulsionar para o maior uso dos veículos puramente elétricos	9
7. Aumento no custo de produção das baterias	9
1. Oscilações dos preços dos combustíveis	6
3. Leis nacionais não foram criadas para o incentivo do uso	6
5. Meta de emissões de GEE zero provenientes do setor dos transportes	6
6. Maior incentivo ao uso dos híbridos plug-in's e o seu aumento de vendas	6
9. Custo de aquisição elevado	6
2. Veículos elétricos funcionam com zero emissões de GEE	4
8. Descarte das baterias	2

Fonte: Autora (2023).

4.3.1 Agrupamento de elementos

Para auxiliar na correlação e cruzamento dos elementos obtidos trazendo uma simetria entre os dados, fez-se necessário o agrupamento de determinados fatores de forças e ameaças em grupos que compartilham da mesma pontuação. Na Tabela 9, é apresentada a respectiva união. Como apresentado no tópico de “Metodologia”, Dutra (2014) esclarece que a pontuação de cada fator evidencia sua relevância para o setor, de forma que os de maior peso são de maior importância no momento de definição de estratégias.

Desse modo, justifica-se a pontuação como critério determinante das uniões apresentadas na Tabela 9, sendo que na Matriz de Cruzamento, os resultados provenientes da multiplicação dos pesos é o que determina as análises posteriores

Tabela 9 - Agrupamento de fatores

Forças	C
1. Autonomia	9
4. Economia de combustível e 5. Utiliza da mesma cadeia do MCI	6
3. Eficiência energética	4
2. Recarga/Reabastecimento e 6. Menor emissão de poluentes	3
Fraquezas	C
2. Cadeia de suprimentos da bateria	-9
1. Bateria	-6
4. Manutenção	-3
3. Risco de incêndio	-1
Oportunidades	C
2. Estudos relacionados ao MCI não são prejudiciais para a consolidação do HEV	9
4. Pesquisas em biocombustíveis	9
1. Não dependência da infraestrutura de recarga elétrica	3
3. Efeito do trancamento tecnológico	1
Ameaças	C
4. Fontes de energia limpa no Brasil poderiam impulsionar para o maior uso dos veículos puramente elétricos	9
7. Aumento no custo de produção das baterias	9
1. Oscilações dos preços dos combustíveis e 6. Maior incentivo ao uso dos híbridos plug-in's e o seu aumento de vendas	6
3. Leis nacionais não foram criadas para o incentivo do uso e 5. Meta de emissões de GEE zero provenientes do setor dos transportes	6

Fonte: Autora (2023).

Para as forças, uniu-se o fator 4 (Economia de combustível) e o 5 (Utiliza da mesma cadeia do MCI) pautada na igualdade de pesos para a magnitude e importância, e também, agrupou-se o ponto 2 (Recarga/Reabastecimento) e o ponto 6 (Menor emissão de poluentes) pelo fato de ambos possuírem uma somatória de igual valor.

Para as ameaças, os fatores 2 (Veículos elétricos funcionam com zero emissões de GEE) e 8 (Descarte das baterias) foram descartados por apresentarem menor valor de relevância. Em conjunto, o fator 1 (Oscilações dos preços dos combustíveis) e o 6 (Maior incentivo ao uso dos híbridos plug-in's e o seu aumento de vendas) foram unidos pautados na semelhança que esses pontos possuem em favorecer a adoção dos BEV E PHEV e seus respectivos pesos.

Em complemento, os pontos 3 (Leis nacionais não foram criadas para o incentivo do uso) e 5 (Meta de emissões de GEE zero provenientes do setor dos transportes) foram agrupados tendo como justificativa seu valor de importância igual, bem como, por terem como base a dependência de ações e métricas governamentais para o seu desenvolvimento. Como última mudança necessária, o ponto 9 (Custo de

aquisição elevado) foi descartado por não ser exclusivamente relacionado aos veículos híbridos, mas sim aos elétricos em geral.

4.3.2 Correlação das variáveis na Matriz de Cruzamento

A matriz de cruzamento gerada organiza os pontos com maiores pesos no seu centro, para isso as forças são inseridas na sequência de menor pontuação para a maior e os pontos fracos do maior para o menor, essa mesma lógica é utilizada, respectivamente, para as oportunidades e ameaças. Com essa implementação, na área central haverá os pontos que mais impactam no setor, contribuindo para uma visualização clara dos resultados.

Os fatores são multiplicados entre si, os componentes da linha vertical são multiplicados por aqueles da linha horizontal, quanto maior esse valor, maior a relevância da combinação para o posicionamento estratégico. O maior produto equivale a 81 pontos e o menor é de 1 ponto. Na Tabela 10 temos a matriz de cruzamento e o somatório referente a cada quadrante previamente explicado na seção de Metodologia.

Tabela 10 - Matriz de Cruzamento

		FORÇAS				FRAQUEZAS				
		Recarga/Reabastecimento e Menor emissão de poluentes	Eficiência energética	Utiliza da mesma cadeia do MCI e Economia de combustível	Autonomia	Cadeia de suprimentos da bateria	Bateria	Manutenção	Risco de incêndio	
		3	4	6	9	-9	-6	-3	-1	
OPORTUNIDADES	Efeito do trancamento tecnológico	1	3	4	6	9	-9	-6	-3	-1
	Não dependência da infraestrutura de recarga elétrica	3	9	12	18	27	-27	-18	-9	-3
	Pesquisas em biocombustíveis	9	27	36	54	81	-81	-54	-27	-9
	Estudos relacionados ao MCI não são prejudiciais para a consolidação do HEV	9	27	36	54	81	-81	-54	-27	-9
AMEAÇAS	Fontes de energia limpa no Brasil poderiam impulsionar para o maior uso dos veículos puramente elétricos	9	27	36	54	81	-81	-54	-27	-9
	Aumento no custo de produção das baterias	9	27	36	54	81	-81	-54	-27	-9
	Oscilações dos preços dos combustíveis e Maior incentivo ao uso dos híbridos plug-in's e o seu aumento de vendas	6	18	24	36	54	-54	-36	-18	-6
	Leis nacionais não foram criadas para o incentivo do uso e Meta de emissões de GEE zero provenientes do setor dos transportes	6	18	24	36	54	-54	-36	-18	-6

Somatório de Forças x Oportunidades =	484
Somatório de Oportunidades x Fraquezas =	-418
Somatório de Forças x Ameaças =	660
Somatório de Ameaças x Fraquezas =	-570

Fonte: Autora (2023).

Na matriz de cruzamento são apresentadas 3 regiões através das cores azul, verde e vermelho, a primeira delas retrata os cruzamentos de menor impacto para o setor, seguido dos de médio impacto e por fim, o centro da matriz que evidencia os cruzamentos de maior impacto.

No conjunto composto pelos dois quadrantes relacionados às ameaças (Forças x Ameaças e Ameaças x Fraquezas) o menor valor resultante dentre todas as multiplicações é 6, situação a qual não se repete para os demais quadrantes. Devido a isso, os maiores valores de somatórios estão associadas justamente a essas regiões, evidenciando o cenário de maior peso (660 pontos) para o quadrante das Forças x Ameaças, em seguida o referente a Ameaças x Fraquezas (570 pontos).

Cada quadrante representa a posição estratégica do setor no seu contexto, ou seja, para esse caso Chiavenato e Sapiro (2023) apontam que a área do quadrante de maior somatório revela um diagnóstico organizacional que visa uma abordagem de enfrentamento, de modo que as forças são as medidas necessárias para a conversão das ameaças em oportunidades.

Na seção de “Metodologia” deste trabalho, pontuou-se que para o caso encontrado, busca-se uma diversificação do setor utilizando das forças com o intuito de compensar as ameaças apresentadas. Tendo isso em vista, Dutra (2014) traz que para o planejamento estratégico, essa posição mostra que o setor possui potenciais positivos devido às suas forças, mas os fatores externos enfraquecem a possibilidade de estratégias mais agressivas, trazendo então a necessidade de medidas que minimizem as ameaças de forma pontual.

À vista disso, uma das ameaças apontadas refere-se a oscilação dos preços dos combustíveis associado ao maior incentivo do uso dos BEVs e PHEVs, como forma de amenizar o impacto negativo desse ponto, pode-se explorar a força relacionada a economia de combustível dos HEVs, promovendo melhorias pontuais nas funcionalidades elétricas que proporcionam o melhor consumo do combustível.

Ademais, pode-se investir na oportunidade referente às pesquisas em biocombustíveis, pois quando relacionada na matriz com a força citada há um peso relevante (54), de forma a possibilitar alternativas aos combustíveis fósseis, promovendo uma proteção da oscilação dos preços da gasolina/diesel, tornando os HEVs mais atrativos e possivelmente diminuindo a adesão aos BEVs e PHEVs.

No centro da matriz, o segundo maior peso (54) é encontrado quando há a conexão da ameaça pautada nas fontes de energia limpa do Brasil com a força de

utilização da mesma cadeia do MCI. Neste caso, se por um lado o país possui uma matriz energética baseada em energia limpa, pelo outro a implementação de toda a infraestrutura que atenda os VEs demanda investimentos na dimensão de milhão de dólares, como apresentado na seção “Desvantagens dos veículos elétricos”.

Como os HEVs compartilham da cadeia de suprimentos do MCI, na qual os postos de combustíveis estão inseridos, e independem da infraestrutura de recarga elétrica externa para a sua consolidação, há um ponto estratégico favorável aos híbridos não plug-in’s, possibilitando a exploração dessa vantagem para mitigar a ameaça citada, visto que o impacto gerado pelo conjunto da força e ameaça tem uma importância relevante segundo a matriz gerada.

Na mesma região da matriz, um dos cruzamentos que resulta no maior valor de multiplicação (81) conecta a ameaça citada com a força de autonomia, essa relação revela que aprimoramentos nesse quesito do automóvel híbrido possui grande influência para a diminuição do efeito negativo das fontes de energia limpa para o setor. De forma que, para além do uso da força, pode-se explorar a alta importância das pesquisas em biocombustíveis, previamente citada como forma de recurso.

Outra opção para a mitigação de tal ameaça é o uso da oportunidade de estudos relacionados ao MCI que, quando cruzada com a autonomia, possui um alto peso (81). Através dessa oportunidade podem ser encontradas as melhorias necessárias para a fortificação da força em questão e conseqüentemente diminuir a busca por alternativas que necessitem do uso de fontes externas, nas quais a ameaça da matriz energética é atrativa.

Além do somatório das Forças x Ameaças, o resultado das Ameaças x Fraquezas representa um caráter de atenção por revelar um cenário de vulnerabilidade para o setor. De acordo com Dutra (2014), no confronto desses dois fatores temos os piores riscos para o objeto de estudo, sendo necessário a adoção de medidas de prevenção de ameaças e de melhorias dos pontos fracos, caracterizando ações defensivas.

Neste quadrante (Ameaças x Fraquezas), o principal destaque é apontado para a bateria e suas ramificações no qual é visto que as duas fraquezas de maior relevância referem-se a esse componente, bem como no âmbito das ameaças, o ponto relativo ao aumento do custo de produção das baterias possui um alto peso. Como uma ação defensiva para isso, tem-se a melhoria do componente em si, a fim de diminuir a fraqueza perante seu desempenho de autonomia e vida útil, como

também, uma estruturação da cadeia de suprimentos que visa sua ampliação de abastecimento, em conjunto com investimentos em mineração sustentável para evitar restrições de fornecimento são necessárias.

Estudos para o uso de materiais alternativos que demandam menor quantidade de minerais e melhorias no dimensionamento das baterias tendem a contribuir na amenização da ameaça baseada no aumento dos custos de produção das baterias, fortalecendo assim uma melhora no cenário de vulnerabilidade dos veículos híbridos (IEA, 2022).

4.3.3 Análise do posicionamento estratégico e comparação com o BEV

Com o desenvolvimento da análise SWOT temos o panorama do posicionamento estratégico dos veículos híbridos no Brasil, através do resultado advindo da identificação dos fatores é possível observar a predominância de maiores fatores de ameaça. Esse contexto mostra como a influência externa ao setor dos HEVs pode desempenhar um efeito negativo na propagação da tecnologia.

Por conseguinte, as duas ameaças de maior peso estão associadas à matriz energética limpa do país e o custo de produção das baterias, visto que a manufatura desse componente é majoritariamente realizada em determinados países. Neste caso, existe uma dualidade referente a esse cenário, considerando um contexto onde o país desenvolve uma indústria de baterias nacionais, a ameaça referente ao alto custo das baterias seria mitigado.

Entretanto, considerando que essa foi uma das desvantagens dos VEs em geral, haveria a possibilidade de um maior desenvolvimento dos veículos puramente elétricos ao se associar com a realidade da matriz energética nacional, de forma que estrategicamente poderia colocar os veículos híbridos em um possível segundo plano. Logo, do ponto de vista estratégico, as ameaças relevantes e suas ramificações necessitam de medidas de mitigação pautadas em torná-las oportunidades para os HEV para que assim, exista um desenvolvimento dessa tecnologia.

Na etapa de correlação das variáveis através da matriz de cruzamento, compreendeu-se que o posicionamento estratégico do setor dos veículos elétricos é definido por medidas que visam a diversificação pautada no uso das forças como mecanismo de diminuição das ameaças externas. Do mesmo modo que, entendeu-se

que há um segundo plano baseado em um contexto estratégico vulnerável que deve embasar as medidas estratégicas em um viés defensivo.

Ao comparar essa etapa com o trabalho realizado por Mena (2020), observa-se que não há essa semelhança de pontos, onde o maior número de fatores levantados está relacionado com as fraquezas dos veículos elétricos a bateria, demonstrando que o cenário apontado pelo autor é mais afetado por questões internas e em seguida por fatores externos positivos, definidos pelas oportunidades.

Em adição, percebe-se que as ameaças levantadas no trabalho de Mena (2020) pouco se assemelha com as aqui pontuadas, onde a única semelhança é no compartilhamento do ponto referente a preocupação com o descarte incorreto da bateria. No desenvolvimento da Metodologia deste trabalho, apontou-se que o mesmo ambiente pode apresentar oportunidades para um setor e ameaças para o outro simultaneamente.

Por conta disso, ao fazer o confronto desses dois pontos com o trabalho mencionado, compreendeu-se que não houve essa relação de oposição, ao avaliar as oportunidades pontuadas aqui, a única que foi levantada pelo autor como ameaça é a que diz respeito a influência do desenvolvimento dos MCIs, onde o autor nas suas conclusões evidencia o efeito do trancamento tecnológico que aqui foi mencionado.

Vale ressaltar que a análise desenvolvida por Mena (2020) ocorreu no período de pré-pandemia da COVID-19 e início da mesma, como citado na “Fundamentação Teórica”, a indústria automotiva foi o oitavo setor mais afetado, com uma queda recorde de produção e faturamento no país. A indústria de semicondutores também foi afetada, influenciando diretamente na manufatura de novos veículos e no desenvolvimento do setor.

Assim sendo, em 2020 ponderava-se que a eletrificação permaneceria nos planos para o setor automotivo brasileiro em um ritmo mais lento (Riato, 2020). Dessa forma, ao longo de 2023 os press releases divulgados pela ANFAVEA mostraram os impactos dessa crise para a indústria, através de fechamento de fábricas e limitações de produção, por exemplo, onde melhoras no setor começaram a surgir a partir de Junho de 2023 (ANFAVEA, 2023d).

Por essa razão, entende-se que todo o contexto explicado anteriormente afetou diretamente nos resultados aqui apresentados, logo a disparidade entre a análise aqui desenvolvida e a de Mena (2020) era esperada, visto que possivelmente ao estudar o posicionamento estratégico dos BEVs hoje, resultados diferentes aos de

Mena também seriam encontrados justamente pela indústria automotiva não ser a mesma do período pré pandêmico.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o posicionamento estratégico dos veículos híbridos no Brasil utilizando a abordagem SWOT, propondo-se resolver a problemática acerca das condições que afetam essa tecnologia no país. Durante o desenvolvimento do estudo, buscou-se atingir os objetivos específicos ponderados neste trabalho.

Como primeiro deles temos a análise do cenário da indústria automotiva no Brasil que foi elaborada em toda fundamentação teórica, trazendo o contexto histórico global e em seguida focalizando no setor brasileiro, onde pontuou-se desde a chegada do primeiro automóvel ao Brasil até o contexto da indústria perante a pandemia da Covid-19. A linha do tempo desenvolvida abordou a presença dos motores a combustão interna e dos veículos elétricos em toda a conjuntura histórica descrita, possibilitando a visualização das diferentes participações que cada tecnologia teve durante os períodos apontados.

Posteriormente, com o objetivo de apresentar as principais características das tecnologias dos veículos a combustão e dos elétricos, foram apontados os dois principais modelos de motorização implementados nos automóveis convencionais e as categorias de veículos elétricos com foco nos híbridos, trazendo os principais pontos de vantagens e desvantagens de cada um.

Em seguida, os entraves e incentivos aos elétricos no Brasil foram percorridos, evidenciando as questões acerca das políticas ambientais nacionais, das medidas setoriais automotivas, da tecnologia dos biocombustíveis e sua relevância no país e da influência do motor a combustão interna para a expansão da motorização elétrica, revelando a importância do trancamento tecnológico para o atraso da inserção de novas tecnologias em mercados já estabelecidos.

Com os objetivos acima atingidos, realizou-se a análise dos fatores que impactam no posicionamento estratégico dos veículos híbridos no Brasil através da abordagem SWOT. Estudou-se seis fatores de força, quatro de fraquezas, quatro de oportunidades e nove de ameaças, os mesmos foram classificados através da ponderação de pesos, os quais foram utilizados para a correlação das variáveis.

Verificou-se que o fator de ameaça é o de maior predominância na análise, revelando que o posicionamento estratégico do veículo híbrido não plug-in é influenciado, principalmente, pelo ambiente externo de forma negativa. Diferentemente do cenário analisado por Mena (2020) para o veículo elétrico a bateria, em que o ambiente interno das fraquezas possui maior relevância, em conjunto com o ambiente externo definido pelas oportunidades.

Em conjunto a isso, as duas ameaças de maior peso são definidas pela presença de uma matriz energética limpa no Brasil e pelo aumento do custo de produção das baterias. Através delas, entendeu-se que no processo de estudo das ações de mitigação desses pontos negativos, é necessário a compreensão do impacto geral das mesmas no setor, levando em consideração que a melhoria em determinada área pode promover desvantagens maiores em outras.

Através da Matriz de Cruzamento gerada, entendeu-se que o cenário baseado nas Forças x Ameaças define um contexto estratégico fundamentado na necessidade de diversificação do setor, no qual as forças são usadas para converter as ameaças em oportunidades. Em adição, a matriz revelou que em segundo plano as Ameaças x Fraquezas definem uma realidade de vulnerabilidade que demanda estratégias fundamentadas em ações defensivas.

No centro dessa matriz, a conexão entre a ameaça das fontes de energia limpa no Brasil com a força da autonomia representa um dos maiores resultados de multiplicação (81), demonstrando que melhorias na autonomia dos híbridos podem mitigar tal ameaça. Entendeu-se que as ações de aprimoramento dessa força podem ser pautadas no uso das oportunidades referentes às pesquisas de biocombustíveis e aos estudos relacionados ao motor a combustão, as quais possuem alta relevância quando associada a autonomia, de forma a evidenciar sua importância para diminuir as consequências negativas resultantes da ameaça proveniente da matriz energética limpa do país.

Além disso, para o quadrante de Ameaças x Fraquezas há o predomínio da influência da bateria com as duas principais fraquezas relacionadas a esse componente e uma das ameaças de maior peso também conectadas a ela. Dessa forma, concluiu-se que a ação defensiva deve ser fundamentada no aprimoramento do componente, conjuntamente com a estruturação da cadeia de suprimentos, com investimentos na mineração natural e com incentivos para a realização de estudos do uso de materiais alternativos para a produção das baterias.

Em consonância ao que foi apresentado, para a mitigação das ameaças sugere-se uma abordagem estratégica focada nos cruzamentos de alta relevância, de forma a utilizar as forças com maiores pesos em conjunto com as oportunidades proporcionando ações eficazes para a diminuição do efeito negativo proveniente do ambiente externo.

Na comparação dos resultados obtidos neste trabalho com o de Mena (2020), compreendeu-se que a pandemia da Covid-19 teve grande influência sobre a divergência entre as análises encontradas, em conjunto com o fato de serem duas tecnologias diferentes. Por conta disso, entendeu-se como uma sugestão relevante de estudos futuros a avaliação do posicionamento estratégico dos veículos puramente elétricos na conjuntura pós pandemia.

Ademais, no decorrer deste estudo observou-se a falta de referências bibliográficas focadas no segmento dos híbridos não plug-in's de forma que, em adição com os resultados encontrados os quais evidenciaram que o setor possui potenciais positivos devido a suas forças, mas que os fatores externos enfraquecem uma posição estratégica incisiva, entende-se que o contexto dessa tecnologia pode ser definida como transitória, sendo parte do caminho necessário para a implementação dos veículos puramente elétricos.

Dessa maneira, a elaboração de um estudo que vise uma pesquisa de campo com as montadoras levando em consideração o cenário aqui apontado é indicada, como forma de compreender as ligações entre a análise teórica e as ações práticas das estratégias da indústria automotiva em relação aos veículos híbridos, compreendendo qual é a posição dessa tecnologia no cenário da eletrificação dos automóveis no Brasil.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, M. M.; CONEJERO, M. A.; OLIVEIRA, M. A. **Administração estratégica: Da teoria à prática no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2019.

ALLGEMEINER DEUTSCHER AUTOMOBIL CLUB. **ADAC Pannenstatistik 2023: Wie zuverlässig sind Elektroautos?**. Disponível em: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/unfall-schaden-panne/adac-pannenstatistik/>. Acesso em: 20 set. 2023.

ALMEIDA, M. W. Z. **Carro não se constrói, compra-se: o empreendedor brasileiro na indústria automobilística entre os anos 70 e 90**. 2016. Tese (Doutorado em História das Sociedade Ibéricas e Americanas) - Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Anuário da indústria automobilística brasileira**. 134 p. São Paulo: ANFAVEA, 2023a.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Linha do tempo: acompanhe a história da indústria automotiva brasileira**. Disponível em: <https://anfavea.com.br/site/historia-da-industria-automotiva/>. Acesso em: 15 maio 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO. **Vendas de eletrificados leves disparam em julho**. Disponível em: <http://www.abve.org.br/vendas-de-eletrificados-leves-disparam-em-julho-e-batem-novo-recorde/>. Acesso em: 07 set. 2023.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Pesquisa de intenção de compra**. Disponível em: <https://k8t3b3j9.rocketcdn.me/site/wp-content/uploads/2021/12/APRESENTACAO.pdf>. Acesso em: 19 set. 2023.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Produção de 227 mil autoveículos é a segunda melhor do ano. Vendas mantêm bom ritmo após fim dos incentivos**. Disponível em: https://k8t3b3j9.rocketcdn.me/site/wp-content/uploads/2023/09/Release_Setembro23.pdf. Acesso em: 22 set. 2023.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Press releases**. Disponível em: <https://anfavea.com.br/site/press-releases/>. Acesso em: 26 oct. 2023.

AUTO ESPORTE. **130 anos da patente do primeiro automóvel**. Disponível em: <https://autoesporte.globo.com/carros/noticia/2016/01/130-anos-da-patente-do-primeiro-automovel.ghtml>. Acesso em: 12 maio 2023.

AUTO ESPORTE. **Veja os 10 carros elétricos mais baratos do Brasil em julho de 2023**. Disponível em: <https://autoesporte.globo.com/eletricos-e->

hibridos/noticia/2023/07/veja-os-10-carros-eletricos-mais-baratos-do-brasil-em-julho-de-2023.ghtml. Acesso em: 24 jul. 2023.

BALSA, J. M. R. **Avaliação do impacto da introdução de veículos elétricos na procura de combustíveis em Portugal**. 2013. Dissertação (Mestrado em Gestão) - Faculdade de Economia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2013.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **BNDES Setorial**. Rio de Janeiro: BNDES, 2010.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **BNDES Setorial**. Rio de Janeiro: BNDES, 2013.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **BNDES Setorial**. Rio de Janeiro: BNDES, 2015.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Visão 2035: Brasil, país desenvolvido: agendas setoriais para alcance da meta**. Rio de Janeiro: BNDES, 2018.

BARAN, R. **A introdução de veículos elétricos no Brasil: Avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade**. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Estudo de Governança e Políticas Públicas para Veículos Elétricos**. 2018. Disponível em: <https://www.pnme.org.br/biblioteca/estudo-de-governanca-e-politicas-publicas-para-veiculos-eletricos/>. Acesso em: 27 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Economia. **Ministério da Economia divulga lista dos setores mais afetados pela pandemia da Covid-19 no Brasil**. 2020a. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2020/setembro/ministerio-da-economia-divulga-lista-dos-setores-mais-afetados-pela-pandemia-da-covid-19-no-brasil>. Acesso em: 18 maio 2023.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Anuário estatístico 2022: Dados Abertos 2022**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-abertos/anuario-estatistico-2022>. Acesso em 08 maio 2023.

BRASIL. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Impactos ambientais e econômicos dos veículos elétricos e híbridos plug-in: uma revisão da literatura**. 2015. Disponível em: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/121613/1/833842056.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Rota 2030 - Mobilidade e Logística**. 2020b. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/setor-automotivo/rota-2030-mobilidade-e-logistica>. Acesso em: 02 ago. 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Comitê realiza primeira reunião e cria grupo para atualizar Política Nacional sobre Mudança do Clima**. 2023a. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2023/setembro/comite-realiza-primeira-reuniao-e-cria-gtt-para-atualizar-politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima>. Acesso em: 22 set. 2023.

BRASIL. Senado Federal. **Projeto de Lei nº 2327, de 2021**. 2023b. Disponível em: https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/148903?_gl=1*15c6jaw*_ga*MTg2MjAxOTAxLjE2OTM0MDczOTA.*_ga_CW3ZH25XMK*MTY5Mzg0NTUyMy4yLjEuMTY5Mzg0NTYwOC4wLjAuMA. Acesso em: 25 set. 2023.

BRUNETTI, F. **Motores de combustão interna**: volume 1. São Paulo: Blucher, 2012.

BRAVO, D. M.; MEIRELLES, P. S.; GIALONARDO, W. Análise dos desafios para a difusão dos veículos elétricos e híbridos no Brasil. *In*: XXII Simpósio Internacional de Engenharia Automotiva. **Anais [...]** São Paulo, 2014.

CARREON, A. R. **The EV Battery Supply Chain Explained**. Disponível em: <https://rmi.org/the-ev-battery-supply-chain-explained/>. Acesso em: 05 set. 2023.

CARRO BRASIL. **Gurgel Itaipu o primeiro carro elétrico fabricado na América do Sul**. Disponível em: <https://www.carrobrasil.com.br/noticia/gurgel-itaipu-o-primeiro-carro-eletrico-fabricado-na-america-do-sul>. Acesso em: 18 maio 2023.

CASOTTI, B. R.; GOLDENSTEIN, M. Panorama do setor automotivo: as mudanças estruturais da indústria e as perspectivas para o Brasil. **BNDES Setorial**, n. 28, p. 147-188, set. 2008.

CHATTERJEE, S. Michael Faraday: Discovery of electromagnetic induction. **Resonance**, v. 7, n. 3, p. 35-45, mar. 2002.

CHIAVENATO, I.; SAPIRO, A. **Planejamento estratégico**. 5 ed. Barueri: Atlas, 2023.

CORTEZZI, F. C. M. **O veículo elétrico e o impacto na curva de carga de consumidores: estudo de caso do Fiat 500E**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

COSTA, J. O. P. Normalização para a inovação: o programa brasileiro de etiquetagem veicular (PBE-V). *In*: RAUEN, A. T. (org.). **Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil**, 2017. p. 122-177.

COSTA, P. V. M. **Células eletroquímicas**: um breve histórico e perspectivas sobre o atual mercado de veículos híbridos e elétricos. 2022. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2022.

COWAN, R.; HULTÉN, S. Escaping Lock-in: The case of the electric vehicle. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 53, p. 61-79, 1996.

DELGADO, F. *et al.* **Carros elétricos**. Rio de Janeiro: FGV Energia, 2017.

DENTON, T. **Veículos elétricos e híbridos**. Mondadori. São Paulo: Blucher, 2018.

DEPARTMENT OF ENERGY. **The history of the electric car**. Disponível em: <https://www.energy.gov/articles/history-electric-car>. Acesso em: 12 maio 2023.

DOGAN, B.; EROL, D. The future of fossil and alternative fuels used in Automotive Industry. *In*: 3rd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies. **Anais [...]** 2019.

DUTRA, D. V. **A análise SWOT no brand DNA process: um estudo da ferramenta para aplicação em trabalhos em branding**. 2014. Dissertação (Mestrado em Design e Expressão Gráfica) – Centro de Comunicação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE. **Comparing the Benefits and Impacts of Hybrid Electric Vehicle Options for Compact Sedan and Sport Utility Vehicles**. Palo Alto: EPRI, 2002.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2032**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2032>. Acesso em: 27 abr. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Eficiência energética**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/eficiencia-energetica>. Acesso em: 26 jul. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Eletromobilidade e Biocombustíveis**. Rio de Janeiro: EPE, 2018.

EUROPEAN COMMISSION. **2050 long-term strategy**. Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_en. Acesso em: 19 set. 2023.

FERNANDES, D. R. Uma visão sobre a análise da matriz SWOT como ferramenta para elaboração da estratégia. **Revista de Ciências Jurídicas e Empresariais**, v. 13, n. 2, p. 57-68, 2012.

FIRMINO, A. S. *et al.* Towards Industry 4.0: a SWOT-based analysis for companies located in the Sorocaba Metropolitan Region (São Paulo State, Brazil). **Gestão e Produção**, v. 27, n. 3, p. 1-21, 2020.

FONTAÍNHAS, J. J. C. **Avaliação da viabilidade económica da aquisição de um veículo elétrico em Portugal**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Guimarães, 2013.

FRAINER, D. M. **A estrutura e a dinâmica da indústria automobilística no Brasil**. 2010. Tese (Doutorado em Economia) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

FREITAS, J. C. N. **Projeto e análise ao funcionamento de carros elétricos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade do Minho, Guimarães, 2012.

FEDERAÇÃO NACIONAL DA DISTRIBUIÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Anuário FENABRAVE 2022**. 89 p. São Paulo: FENABRAVE, 2022.

GAZETA DO POVO. **Pesquisa revela a média anual de km rodado de carro pelo brasileiro**. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/automoveis/km-rodado-ano-carro-motorista-brasil/#:~:text=Corre%20em%20conversas%20de%20estacionamentos,20%20mil%20km%20por%20an>. Acesso em: 19 set. 2023.

GANDRA, A. **Destino errado de bateria de carro elétrico põe em risco meio ambiente**. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-05/destino-errado-de-bateria-de-carro-eletrico-poe-em-risco-meio-ambiente>. Acesso em: 25 set. 2023.

HALL, D.; LUTSEY, N. **Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions**. ICCT, 2018. Disponível em: https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/06/EV-life-cycle-GHG_ICCT-Briefing_09022018_vF.pdf. Acesso em: 01 ago. 2023.

HEINISCH, C. **1886: Carl Benz obtém patente para veículo automotivo**. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/1886-carl-benz-obt%C3%A9m-patente-para-ve%C3%ADculo-automotivo/a-420668>. Acesso em: 12 maio 2023.

HEYWOOD, J. B. **Internal combustion engine fundamentals**. 2. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2018.

HOYER, K. G. The history of alternative fuels in transportation: The case of electric and hybrid cars. **Utilities Policy**, v. 16, p. 63-71, 2008.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Global EV Outlook 2023: Catching up with climate ambitions**. 137 p. Paris: IEA, 2023a.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Transport**. Paris: IEA, 2023b. Disponível em: <https://www.iea.org/energy-system/transport>. Acesso em: 26 jul. 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Electric Vehicles**. Disponível em: <https://www.iea.org/energy-system/transport/electric-vehicles#overview>. Acesso em: 31 jul. 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Global Supply Chains of EV Batteries**. 64 p. Paris: IEA, 2022.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **The role of critical minerals in clean energy transitions**. 283 p. Paris: IEA, 2021.

LALLI, F.; SÁ, G. **Híbridos e elétricos já são realidade nas oficinas**. Disponível em: <https://omecanico.com.br/hibridos-e-eletricos-ja-sao-realidade-nas-oficinas/>. Acesso em: 20 set. 2023.

LAKSHMI, R. B. **The environmental impact of battery production for electric vehicles.** Disponível em: <https://earth.org/environmental-impact-of-battery-production/>. Acesso em: 01 ago. 2023.

LEBEAU, K. *et al.* How expensive are electric vehicles? **World Electric Vehicle Journal**, v.6, n.4, p. 1-12, 2013.

LUNA, T.; MALDONADO, M. U; VAZ, C. R. Estado da arte em transições sócio-técnicas para veículos elétricos: evolução e perspectivas. *In*: XLIII ENCONTRO DA ANPAD. **Anais [...]** São Paulo, 02 a 05 de outubro de 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/336278561_ESTADO_DA_ARTE_EM_TRANSMICAOES_SOCIO-TECNICAS_PARA_VEICULOS_ELETRICOS_EVOLUCAO_E_PERSPECTIVAS. Acesso em: 27 abr. 2023.

MASIERO, G. *et al.* The global value chain of electric vehicles: A review of the Japanese, South Korean and Brazilian cases. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.80, p. 290-296, dec. 2017.

MATSUBARA, V. **GM investe em startup que pode mudar produção de carros elétricos.** Disponível em: <https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/setor-automotivo/gm-investe-startup-producao-carros-eletricos/#:~:text=A%20General%20Motors%20se%20tornou,sobre%20a%20plataforma%20Ultium%20EV>. Acesso em: 20 set. 2023.

MELO, P. M. A. S. Estruturas e Características de Veículos Híbridos e Eléctricos. **Neutro à Terra**, v. 6, p. 17-26, 2010.

MELLO, A. M. D., MARX, R., SOUZA, A. Exploring scenarios for the possibility of developing design and production competencies of electrical vehicles in Brazil. **International Journal of Automotive Technology and Management**, v. 13, n. 3, p. 289-314, 2013.

MENA, R. M. **Análise de veículos elétricos a bateria no Brasil: uma abordagem SWOT.** 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

MENEZES, R. R. **Análise econométrica associada à operação de uma frota de veículos elétricos e híbridos em comparação com veículos movidos à combustão.** 2022. Monografia (Bacharel em Engenharia Automotiva) - Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

MOSEMAN, A. **Are electric vehicles definitely better for the climate than gas-powered cars?** Disponível em: <https://climate.mit.edu/ask-mit/are-electric-vehicles-definitely-better-climate-gas-powered-cars>. Acesso em: 31 jul. 2023.

NEOCHARGE. **Números de carros elétricos no Brasil.** Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/carros-eletricos-brasil>. Acesso em: 27 abr. 2023.

NEOCHARGE. **Diferença entre carro elétrico e carro a combustão interna.** Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carro-eletrico/diferenca-carro-eletrico-e->

combustao#:~:text=A%20principal%20vantagem%20do%20carro,mais%20comum%20h%C3%A1%20muito%20tempo. Acesso em: 31 jul. 2023 e 05 maio 2023.

NEOCHARGE. **Autonomia de um veículo elétrico**. Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carro-eletrico/autonomia#hibrido>. Acesso em: 19 set. 2023.

NEOCHARGE. **Preço dos carros elétricos cai no Brasil com competição entre montadoras**. Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/blogs/post/preco-carro-eletrico-cai-brasil>. Acesso em: 25 set. 2023.

NOCE, T. **Estudo do funcionamento de veículos elétricos e contribuições ao seu aperfeiçoamento**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia) –Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

OECKSLER, C. F. *et al*. Panorama da cadeia de suprimentos dos carros elétricos e híbridos no Brasil. *In: XXXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais [...]* São Paulo, 15 a 18 de outubro de 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/337367447_Panorama_da_cadeia_de_suprimentos_dos_carros_eletricos_e_hibridos_no_Brasil. Acesso em: 27 abr. 2023.

OLIVEIRA, M. F. **Análise comparativa de simulação numérica 1D e criação de um conceito veículo elétrico híbrido para redução do consumo de combustível segundo a norma NBR6601 U.S. FTP75**. Dissertação (Mestre em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas**. 23 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

ONOHARA, E. Y., ONOHARA M. M. Comparações entre a eficiência energética de carro elétricos e de carro à combustão: uma análise dos impactos socioambientais e financeiros. **Revista de Empreendedorismo e Gestão de Micro e Pequenas Empresas**, v. 7, n. 1, p. 73-92, jan./abr. 2022.

POZZAGNOLO, M. **Análise das emissões de gases em veículos automotores do ciclo otto**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) - Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2013.

PEDROSA, O.; CORRÊA, A. **A crise do petróleo e os desafios do pré-sal**. Rio de Janeiro: FGV Energia, 2016.

PENTEADO, S. **Crise de escassez de semicondutores prejudica desde setor automotivo até programas de aceleradores de partículas, e tem disputa econômica entre EUA e China como complicador**. Disponível em: <https://jornal.unesp.br/2023/01/20/crise-de-escassez-de-semicondutores-prejudica-desde-setor-automotivo-ate-programas-de-aceleradores-de-particulas-e-tem-disputa-economica-entre-eua-e-china-como-complicador/>. Acesso em: 18 maio 2023.

PLATAFORMA NACIONAL DE MOBILIDADE ELÉTRICA. **2º Anuário Brasileiro da Mobilidade Elétrica**: PNME. 188 p. Rio de Janeiro: PNME, 2023. Disponível em:

<https://www.pnme.org.br/biblioteca/2o-anuario-brasileiro-da-mobilidade-eletrica-pnme/>. Acesso em: 18 maio 2023.

PORTER, M. E. **Competitive strategy**: techniques for analyzing industries and competitors. New York: Free Press, 1980.

PULKRABEK, W. W. **Engineering fundamentals of the internal combustion engine**. New Jersey: Prentice Hall, 1997.

QUATRO RODAS. **Ford modelo T**: primeiro carro montado no Brasil também mudou o mundo. Disponível em: <https://quatorrodas.abril.com.br/especial/ford-modelo-t-o-primeiro-carro-nacional-mudou-o-mundo>. Acesso em: 12 maio 2023.

RAMOS, F. **Margem do consignado**: limite de renda comprometido. Disponível em: <https://www.serasa.com.br/limpa-nome-online/blog/margem-do-consignado-limite-de-renda-comprometido/>. Acesso em: 19 set. 2023.

REQUIA, W. J. *et al.* How clean are electric vehicles? Evidence-based review of the effects of electric mobility on air pollutants, greenhouse gas emissions and human health. **Atmospheric Environment**, v. 185, p. 64-77, 2018.

RESEARCH INSTITUTES OF SWEDEN. **Fire Safety of Lithium-Ion Batteries in Road Vehicles**. 104 p. Borås: RISE, 2019.

RIATO, G. **Pandemia vai afetar nível de investimento das montadoras no Brasil**. Disponível em: <https://www.automotivebusiness.com.br/pt/posts/noticias/pandemia-vai-afetar-nivel-de-investimento-das-montadoras-no-brasil/>. Acesso em: 26 oct. 2023.

RITCHIE, H.; ROSADO, P.; ROSER, MAX. **Fossil Fuels**. Disponível em: <https://ourworldindata.org/fossil-fuels#:~:text=Fossil%20fuel%20consumption%20has%20increased,many%20parts%20of%20the%20world>. Acesso em: 24 jul. 2023.

SANTOS, A. C. F. R. **Análise da viabilidade técnica e econômica de um veículo elétrico versus veículo a combustão**. Monografia (Especialização em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santana do Livramento, 2017.

SANTOS, G. R.; ARAUJO, K. K. M.; SANTOS, P. A. O impacto da eletromobilidade: veículos elétricos, meio ambiente e a infraestrutura energética do Brasil. **South American Development Society Journal**, v. 7, n. 21, p. 238-253, 2021.

SOARES, L. M. **Previsão das emissões veiculares com a implantação gradativa de veículos híbridos e elétricos na cidade do Rio de Janeiro**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

STELLANTIS. **Palio Weekend Elétrico**. Disponível em: <https://www.media.stellantis.com/br-pt/fiat/gallery/2338>. Acesso em: 18 maio 2023.

TARAPANOFF, K. **Inteligência organizacional e competitiva**. Brasília: Editora da UnB, 2001.

TAVARES, N. **Os 10 carros mais baratos do Brasil em 2023**. Disponível em: <https://motor1.uol.com.br/features/629823/carros-mais-baratos-brasil-2023/>. Acesso em: 14 jul. 2023.

TILLMANN, C. A. C. **Motores de combustão interna e seus sistemas**. Pelotas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 2013.

UNITED KINGDOM. Department for Transport. **Lifecycle Analysis of UK Road Vehicles**. 2021.

UNRUH, G. C. Understanding carbon lock-in. **Energy Policy**, v. 28, p. 817-830, 2000.

VARGAS, P. G.; BUNDE, A. Indústria automobilística brasileira: uma análise das principais transformações tecnológicas no sistema produtivo e seu impacto sobre o emprego. **Revista Pegada**, v. 22, n. 2, p. 49-84, maio/ago. 2021.

VASCAN, I.; SZABÓ, L. A brief history of electric vehicles. **Journal of Computer Science and Control Systems**, v. 15, n. 1, p. 19-26, maio 2022.

WEG. **WEG investe para aumentar capacidade de produção de packs de baterias no Brasil**. Disponível em: <https://www.weg.net/institucional/BR/pt/news/resultados-e-investimentos/weg-investe-para-aumentar-capacidade-de-producao-de-packs-de-baterias-no-brasil>. Acesso em: 20 set. 2023.

WINDISCH, E. The potential for privately owned electric cars in the Paris region: A disaggregate approach. *In: EEVC Europeand Electric Vehicle Congress*. **Anais [...]** Bruxelas, 26 a 28 de outubro de 2011.

WOLFFENBÜTTEL, R. F. Políticas setoriais e inovação: entraves e incentivos ao automóvel elétrico no Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 21, p.1-34, out. 2022.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Bulletin**: WMO. 25 p. Suíça: WMO, 2023. Disponível em: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11647. Acesso em: 26 jul. 2023.